

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

М. Т. Кузло, А. О. Бєлятинський,
С. Ю. Тімкіна, О. М. Дубик

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ
АЕРОДРОМІВ

Навчальний посібник

Київ 2019

УДК 711.553.9(075.8)
Т 384

Рецензенти: *Ю. Л. Винников* – д-р. техн. наук, проф.
(Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка);

Н. В. Смірнова – д-р. техн. наук, проф.
(Харківський національний автомобільно-дорожній
університет);

О. О. Бакуліч – канд. техн. наук, проф.
(Національний транспортний університет)

*Рекомендовано вченою радою Національного авіаційного
університету (протокол № 5 від 29.05.2019)*

Т 384 **Технологія будівництва та капітального ремонту
аеродромів** : навч. посібник / М. Т. Кузло, А. О. Белятинський,
С. Ю. Тімкіна, О. М. Дубик. – К. : НАУ, 2019. – 180 с.

ISBN 978-966-932-134-3

Викладено технологію будівництва та капітального ремонту аеродромів. Наведено технологічні схеми при виконанні будівництва та капітального ремонту аеродромів.

Для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Автомобільні дороги і аеродроми» вищих навчальних закладів.

УДК 711.553.9(075.8)

ISBN 978-966-932-134-3

© Кузло М. Т., Белятинський А. О.,
Тімкіна С. Ю., Дубик О. М., 2019
© НАУ, 2019

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 10 |
| Розділ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА І СКЛАД ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ НА АЕРОДРОМАХ..... | 12 |
| 1.1. Технологія виконання земляних робіт при будівництві аеродромів..... | 12 |
| 1.2. Вибір способу виконання земляних робіт..... | 16 |
| Запитання та завдання для самоперевірки..... | 19 |
| Розділ 2. РОЗРОБКА ВИЇМОК ПРИ БУДІВНИЦТВІ АЕРОДРОМУ..... | 21 |
| 2.1. Склад робіт на ділянках виїмок та послідовність їх розробки..... | 21 |
| 2.2. Розробка виїмок екскаваторами та скреперами..... | 22 |
| 2.3. Розробка виїмок бульдозером та іншими машинами..... | 28 |
| Запитання та завдання для самоперевірки..... | 30 |
| Розділ 3. ЗВЕДЕННЯ НАСИПІВ..... | 31 |
| 3.1. Склад робіт на ділянках насипів та послідовність їх розробки..... | 31 |
| 3.2. Послідовність відсипки насипів..... | 32 |
| 3.3. Відсипка насипів скреперами та іншими транспортними засобами..... | 35 |
| Запитання та завдання для самоперевірки..... | 37 |
| Розділ 4. ПЛАНУВАЛЬНІ РОБОТИ..... | 38 |
| 4.1. Види і склад планувальних робіт..... | 38 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2. Виконання планувальних робіт автогрейдером при будівництві аеродромів..... | 39 |
| 4.3. Організація планувальних робіт | 42 |
| Запитання та завдання для самоперевірки | 42 |
| Розділ 5. ТЕХНОЛОГІЯ ВЛАШТУВАННЯ ШТУЧНИХ ОСНОВ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ | 43 |
| 5.1. Основні положення технології будівництва при влаштуванні штучних основ та аеродромних покриттів | 43 |
| 5.2. Будівництво гравійних, щебених і шлакових основ і покриттів без застосування в'язучих речовин..... | 45 |
| 5.2.1. Методи виконання робіт і основні вимоги до матеріалів..... | 45 |
| 5.2.2. Технологія будівництва гравійних і щебених основ і покриттів | 47 |
| 5.2.3. Ущільнення гравійних і щебених матеріалів | 48 |
| 5.2.4. Організація робіт | 49 |
| 5.2.5. Контроль якості виконання робіт | 50 |
| 5.3. Будівництво основ і покриттів із ґрунтів, гравійних і щебених матеріалів, що укріплені мінеральними в'язучими речовинами | 51 |
| 5.3.1. Методи і технологія виконання робіт при укріпленні ґрунтів мінеральними в'язучими речовинами..... | 51 |
| 5.3.2. Організація робіт при влаштуванні основ і покриттів із ґрунтів, що укріплені мінеральними в'язучими | 55 |

| | |
|---|-----------|
| 5.4. Будівництво основ і покриттів із ґрунтів, гравійних і щебневих матеріалів, що укріплені органічними в'язучими речовинами | 56 |
| 5.4.1. Способи укріплення ґрунтів органічними в'язучими речовинами | 56 |
| 5.4.2. Технологія виконання робіт способом змішування | 58 |
| 5.4.3. Технологія виконання робіт способом поверхневої обробки..... | 60 |
| 5.4.4. Технологія виконання робіт способом просочування | 62 |
| 5.4.5. Контроль якості виконання робіт | 63 |
| Запитання та завдання для самоперевірки | 64 |
| Розділ 6. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА НЕЖОРСТКИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ | 65 |
| 6.1. Загальні відомості про будівництво нежорстких аеродромних покриттів..... | 65 |
| 6.2. Транспортування та укладання асфальтобетонної суміші | 67 |
| 6.3. Ущільнення асфальтобетонних сумішей | 70 |
| 6.4. Організація робіт при будівництві асфальтобетонних аеродромних покриттів..... | 71 |
| 6.5. Контроль якості виконання робіт | 72 |
| Запитання та завдання для самоперевірки | 73 |
| Розділ 7. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА ЖОРСТКИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ | 75 |
| 7.1. Загальні положення про цементобетонні покриття | 75 |

| | |
|--|------------|
| 7.2. Вимоги до цементобетону і матеріалів, що складають цементобетонну суміш..... | 79 |
| 7.3. Підготовка основи, влаштування роздільних прошарків, установка рейко-форм і опалубки..... | 82 |
| 7.4. Арматурні роботи при влаштуванні цементобетонних покриттів | 84 |
| 7.5. Транспортування, укладання та ущільнення цементобетонної суміші | 85 |
| 7.6. Влаштування деформаційних швів..... | 87 |
| 7.7. Догляд за свіжоукладеним цементобетоном | 90 |
| 7.8. Організація робіт при будівництві цементобетонних аеродромних покриттів..... | 91 |
| 7.9. Будівництво збірних аеродромних покриттів..... | 93 |
| 7.10. Контроль якості виконання робіт | 95 |
| Запитання та завдання для самоперевірки..... | 99 |
| Розділ 8. ВЛАШТУВАННЯ ВОДОВІДВІДНОЇ ТА ДРЕНАЖНОЇ СИСТЕМИ НА АЕРОДРОМІ..... | 101 |
| 8.1. Елементи водовідвідної та дренажної системи аеродрому..... | 101 |
| 8.2. Склад робіт при влаштуванні колектора водовідвідної та дренажної системи аеродрому | 107 |
| 8.3. Копання траншей під труби колектора водовідвідної системи аеродрому | 108 |
| 8.4. Влаштування основ і вкладання труб колектора водовідвідної системи аеродрому..... | 109 |

| | |
|---|------------|
| 8.5. Зворотна засипка траншеї..... | 113 |
| 8.6. Влаштування дощоприймальних колодязів..... | 113 |
| 8.7. Влаштування дрен і осушувачів на аеродромі | 113 |
| 8.8. Контроль якості виконання робіт | 115 |
| Запитання та завдання для самоперевірки | 116 |
| Розділ 9. БУДІВНИЦТВО МЕТАЛЕВИХ ЗБІРНО-РОЗБІРНИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ | 117 |
| 9.1. Загальні відомості про збірно-розбірні аеродромні покриття | 117 |
| 9.2. Технологія будівництва збірно-розбірних аеродромних покриттів із металевих плит | 119 |
| 9.3. Контроль якості виконання робіт при будівництві збірно-розбірних металевих аеродромних покриттів | 124 |
| Запитання та завдання для самоперевірки | 124 |
| Розділ 10. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПРИ БУДІВНИЦТВІ АЕРОДРОМУ | 125 |
| 10.1. Охорона навколишнього середовища в аеропортах | 125 |
| 10.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря під час будівництва аеродрому | 125 |
| 10.3. Акустичне забруднення середовища при будівництві аеродрому | 127 |
| 10.4. Вібраційний вплив при будівництві аеродрому | 128 |
| 10.5. Заходи щодо охорони поверхневих та підземних вод під час будівництва аеродрому | 128 |

| | |
|---|------------|
| 10.6. Заходи щодо охорони ґрунту | 129 |
| Запитання та завдання для самоперевірки | 129 |
| Розділ 11. ОЦІНКА ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ЖОРСТКИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ..... | 130 |
| 11.1. Види деформацій та руйнувань жорстких аеродромних покриттів та причини їх виникнення..... | 130 |
| 11.2. Оцінювання транспортно-експлуатаційного стану аеродромного покриття | 132 |
| 11.3. Аналіз експлуатаційної документації при оцінюванні транспортно-експлуатаційного стану аеродромних покриттів | 139 |
| Запитання та завдання для самоперевірки | 140 |
| Розділ 12. КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ ЖОРСТКИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ | 141 |
| 12.1. Загальні відомості про капітальний ремонт аеродромних покриттів..... | 141 |
| 12.2. Використання асфальтобетонів при капітальному ремонті жорстких аеродромних покриттів | 143 |
| 12.3. Використання полімерних бетонів для ремонту жорстких аеродромних покриттів..... | 146 |
| 12.4. Використання цементних розчинів та бетонів для ремонту жорстких покриттів..... | 147 |
| 12.5. Взаємодія ремонтного шару та бетонного покриття з урахуванням температурних деформацій та деформацій осідання | 151 |

| | |
|---|------------|
| Запитання та завдання для самоперевірки | 154 |
| Розділ 13. КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ | 156 |
| 13.1. Загальні відомості про застосування асфальтобетону при капітальному ремонті аеродромних покриттів | 156 |
| 13.2. Способи капітального ремонту асфальтобетонних аеродромних покриттів | 160 |
| 13.3. Ремонт і відновлення асфальтобетонних аеродромних покриттів з використанням регенерації | 163 |
| Запитання та завдання для самоперевірки | 171 |
| Розділ 14. КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ ВОДОВІДВІДНИХ ТА ДРЕНАЖНИХ СИСТЕМ, МЕТАЛЕВИХ ТА ПЕРЕХІДНИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ | 172 |
| 14.1. Капітальний ремонт водовідвідних та дренажних систем на аеродромі | 172 |
| 14.2. Капітальний ремонт металевих збірно-розбірних аеродромних покриттів | 174 |
| 14.3. Капітальний ремонт аеродромних покриттів перехідного типу | 174 |
| Запитання та завдання для самоперевірки | 175 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ | 176 |

ВСТУП

У наш час надзвичайно швидкими темпами розвивається повітряний транспорт, що потребує створення широкої мережі аеропортів. Розвиток сучасної авіаційної техніки висуває все більш високі вимоги до якості та довговічності аеродромних покриттів.

Головною частиною аеропорту є аеродром – спеціально підготовлена земельна ділянка, яка включає в себе комплекс споруд для здійснення злітно-посадкових операцій та технічного обслуговування літаків. Найбільш дорогими інженерними спорудами сучасного аеродрому є штучні покриття злітно-посадкових смуг, руліжних доріжок, перонів та місць стоянок літаків. Злітно-посадкові смуги на сучасних крупних аеродромах України мають довжину 3000–4000 м та ширину 45–60 м.

Зростання обсягів авіаційних перевезень до 2030 року призводить до збільшення інтенсивності експлуатації існуючих аеродромів. Однак дуже велика частина аеродромів України побудована більше 20 років тому назад. У наш час штучні покриття аеродромів мають високий рівень зносу та не забезпечують безпечну експлуатацію повітряних суден. У зв'язку з цим виникає потреба у вдосконаленні технологій капітального ремонту та будівництва аеродромів.

З кожним роком обсяг капітального ремонту та будівництва аеродромів збільшується, що передбачає застосування комплексної механізації та автоматизації, спеціалізації та кооперування.

Проектами передбачено в основному не будівництво нових аеропортів, а реконструкцію існуючих. У 2015–2030 роках передбачена реконструкція таких аеропортів України: Бориспіль, Київ, Одеса, Вінниця, Чернівці, Херсон, Миколаїв та ін.

Основою для забезпечення регулярної та безпечної роботи авіаційної техніки є система капітального та планово-попереджувального

ремонту аеродромних покриттів. Важливим елементом структури капітального ремонту аеродромних покриттів є система моніторингу, результатом якої є висновок про експлуатаційно-технічний стан аеродромного покриття.

Однак в наш час планово-попереджувальний ремонт елементів аеродромів зводиться тільки до поточного ремонту, який не може замінити капітальний.

Ураховуючи наведене вище, дуже важливим завданням є забезпечити будівельників необхідною технічною літературою.

На жаль, в Україні до теперішнього часу не було видано жодного навчального посібника, який присвячений технології будівництва та капітального ремонту аеродромів.

Мета цього навчального посібника – допомогти інженерам вирішити практичні завдання із забезпечення будівництва та капітального ремонту аеродромів.

Навчальний посібник містить всі нові досягнення науки та техніки в галузі будівництва та капітального ремонту аеродромів та відіграє дуже важливу роль у формуванні молодих спеціалістів.

У посібнику розглянуто основні теоретичні питання, які стосуються технології будівництва та капітального ремонту аеродромів. Наведено загальну характеристику та склад земляних робіт при будівництві аеродромів.

Викладено технологію влаштування штучних основ під аеродромні покриття.

Розкрито особливості будівництва та капітального ремонту жорстких та нежорстких аеродромних покриттів.

Розглянуто технологію будівництва та капітального ремонту водовідвідних та дренажних систем на аеродромі.

Розкрито питання, які стосуються охорони навколишнього середовища при будівництві аеродромів.

Наведено технологічні схеми на виконання робіт при будівництві та капітальному ремонті аеродромів.

Автори будуть вдячні всім, хто вважатиме за можливе надіслати свої зауваження та побажання щодо викладення матеріалу в цьому навчальному посібнику.

Автори просять всі зауваження та побажання стосовно покращення навчального посібника надсилати за адресою: 03680, Україна, Київ, пр. Космонавта Комарова, 1.

Розділ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА І СКЛАД ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ НА АЕРОДРОМАХ

1.1. Технологія виконання земляних робіт при будівництві аеродромів

За своїм складом і організацією земляні роботи на аеродромах суттєво відрізняються від земляних робіт, які виконують при зведенні автомобільних доріг, міських вулиць тощо.

Особливістю організації аеродромно-будівельних робіт є виконання їх на порівняно широких (до 1 км) і коротких (до 4–5 км) площах. Це дозволяє зосередити землерийні і транспортні машини на обмеженій території та організувати роботи потоковим методом.

У комплекс земляних робіт при будівництві аеродромів входять:

- роботи з рослинним ґрунтом;
- роботи з мінеральним ґрунтом;
- планувальні роботи.

Роботи з рослинним ґрунтом, як правило, виконуються в три етапи:

- зняття рослинного ґрунту та тимчасове його складання на ділянках виїмок і насипів до початку виконання робіт з мінеральним ґрунтом;
- поновлення рослинного ґрунту після виконання робіт з мінеральним ґрунтом;
- агротехнічні роботи на ділянках аеродрому.

Рослинний ґрунт підлягає зрізанню та повинен переміщуватись у спеціально виділені місця та складуватись. Перед початком виконання робіт зі зрізання рослинного ґрунту повинні бути виконані такі роботи:

- винесені осі та позначені межі площадки виконання робіт;
- вказані місця відсипки відвалів рослинного шару;
- виконане робоче розбивання площадки з закріпленням розбивочних знаків.

Для зрізання рослинного шару використовують бульдозери, скрепери та автогрейдери. При роботі з рослинним ґрунтом не потрібно його змішувати з мінеральним.

Бульдозер доцільно застосовувати при відстані переміщення ґрунту до 50 м та товщині шару до 10 см.

Повний цикл роботи бульдозера складається з наступних технологічних операцій:

- опускання відвалу та установка його у потрібне положення;
- різання та заповнення відвалу ґрунтом;
- переміщення ґрунту рослинного шару до місця його складування;
- розвантаження ґрунту рослинного шару самостійно у відвал.

Підвищення продуктивності бульдозерів, які використовуються при розробці ґрунту рослинного шару, може бути досягнуто за рахунок суміщення операцій:

- підйому відвалу з розвантаженням і розрівнюванням ґрунту;
- опускання відвалу з перемиканням передачі трактора та початком руху бульдозера заднім ходом.

Розвантаження ґрунту рослинного шару в насипі виконується підняттям відвалу в кінці транспортування на відстані 1,0–1,5 м при руху бульдозера вперед з послідовним розрівнюванням відсипаного ґрунту тильною стороною відвалу.

Переміщений у відвал ґрунт рослинного шару необхідно захищати від розмиву та вивітрювання шляхом влаштування укриття.

Експлуатаційна годинна продуктивність бульдозера визначається в залежності від об'єму розробленого та переміщеного ґрунту в щільному тілі:

$$P_e = \frac{3600 \cdot V_{\text{гр}} \cdot k_y \cdot k_n \cdot k_b}{T_{\text{ц}}},$$

де $V_{\text{гр}}$ – геометричний об'єм призми волочіння перед відвалом, м³; k_y – коефіцієнт, який враховує вплив ухилу місцевості на продуктивність бульдозера; k_n – коефіцієнт наповнення геометричної призми волочіння; k_b – коефіцієнт використання бульдозера в часі; $T_{\text{ц}}$ – тривалість робочого циклу бульдозера, с.

Склад робіт при виконанні зрізання рослинного шару ґрунту бульдозером такий:

- приведення бульдозера в робоче положення;
- зрізання ґрунту;
- піднімання та опускання відвалу;
- рух порожнього бульдозера.

У табл. 1.1 наведені норми витрати часу на 1000 м² очищеної поверхні.

Таблиця 1.1

Норми часу на 1000 м² очищеної поверхні, люд./год. (маш./год)

| № | Потужність бульдозера, кВт (к. с.) | Склад ланки | Група ґрунту | |
|---|------------------------------------|--|--------------|-----|
| | | | 1 | 2 |
| 1 | 79 (107) | Машиніст бульдозера 5 розряду – 1 чол. | 0,69 | 1,5 |
| 2 | 118 (160) | Машиніст бульдозера 6 розряду – 1 чол. | 0,66 | 1,4 |
| 3 | 132 (180) | | 0,49 | 1,1 |

Скреперний спосіб зняття рослинного ґрунту є одним з найбільш ефективних, тому що рослинний шар може відразу потрапити до місця його відновлення.

Робочий орган скрепера – ківш з ножем в передній його частині.

Виділяють два види скреперів: причіпні до тракторів та самохідні на базі одновісних тягачів.

Скрепер доцільно застосовувати якщо відстань переміщення ґрунту від 50 до 300 м, в окремих випадках до 500 м.

Експлуатаційна продуктивність скрепера визначається за формулою

$$P_e = \frac{n \cdot q \cdot k_n \cdot k_B}{k_p},$$

де n – кількість циклів за годину; q – місткість ковша скрепера; k_n – коефіцієнт наповнення ковша ґрунтом; k_p – коефіцієнт розпушування ґрунту в ковші скрепера; k_B – коефіцієнт використання машини в часі.

Кількість циклів скрепера визначається за формулою

$$n = \frac{3600}{T_{\text{ц}}},$$

де $T_{\text{ц}}$ – тривалість робочого циклу скрепера, с.

Тривалість робочого циклу скрепера визначається за формулою

$$T_{\text{ц}} = \frac{l_n}{v_n} + \frac{l_t}{v_t} + \frac{l_p}{v_p} + \frac{l_{\text{нх}}}{v_{\text{нх}}},$$

де $l_n, l_t, l_p, l_{\text{нх}}$ – довжини ділянок відповідно набору, транспортування, розвантаження ґрунту та порожнього ходу скрепера, м; v_n – швидкість скрепера при наповненні ковша, м/с; v_t – швидкість транспортування ґрунту, м/с; v_p – швидкість скрепера при розвантаженні ґрунту, м/с; $v_{\text{нх}}$ – швидкість руху порожнього скрепера, м/с.

В аеродромній практиці для виконання робіт з мінеральним ґрунтом застосовують дві основні технологічні схеми виконання земляних робіт:

- розробка ґрунту у виїмках або кар’єрі та переміщення його у насип;
- розробка неякісного ґрунту у виїмках та переміщення його у відвал.

Для кожної з цих технологічних схем виконання земляних робіт необхідно виконати такі технологічні процеси: розробка ґрунту, його переміщення та укладання. Склад робочих операцій для кожного технологічного процесу залежить від технологічної схеми виконання земляних робіт, виду ґрунту, кліматичних особливостей і прийнятого способу виконання робіт.

У табл. 1.2 наведені основні робочі операції, які необхідно виконати при зведенні насипів.

При переміщенні ґрунту у відвали відпадає необхідність в його ущільненні (робоча операція № 5).

При зведенні насипів може виникнути необхідність у зволоженні ґрунту. Ця додаткова робоча операція виконується для незв’язних ґрунтів після їхнього планування в насипі, а при зв’язних ґрунтах – після розпушення його на місці розробки.

Планувальні роботи виконуються на всій площі льотного поля на ділянках з нульовими робочими відмітками.

Плануванням виправляють окремі нерівності глибиною або висотою до 10–12 см з подальшим ущільненням ґрунту, але без попереднього зняття рослинного шару. Планувальні роботи на ділянках виїмок виконують після закінчення розробки мінерального ґрунту. Пла-

нування поверхні насипу необхідно виконувати тільки після ущільнення ґрунту верхнього шару насипу.

Таблиця 1.2

Основні робочі операції при зведенні насипів

| № робочої операції | Перелік робочих операцій | Основні машини в спеціалізованому потоці | | | | |
|--------------------|------------------------------|--|----|----|-------|-------|
| | | АГ | БД | СК | ЕК-ТЗ | ГЕ-ТЗ |
| 1 | Розпушення | РЗ | РЗ | РЗ | – | – |
| 2 | Набирання або навантаження | АГ | БД | СК | ЕК | ГЕ |
| 3 | Переміщення та розвантаження | АГ | БД | СК | ТЗ | ТЗ |
| 4 | Пошарове розрівнювання | АГ | БД | АГ | БД | БД |
| 5 | Пошарове ущільнення | УМ | УМ | УМ | УМ | УМ |

Примітка: АГ – автогрейдер; БД – бульдозер; СК – скрепер; ЕК – екскаватор; ГЕ – грейдер-елеватор; ТЗ – транспортний засіб; РЗ – розпушувач; УМ – ущільнювальні машини.

Агротехнічні роботи зі створення дернового покриву на ґрунтових ділянках у межах виконання земляних робіт на аеродромі включають:

- оранку та розпушування ґрунту;
- внесення мінеральних добрив;
- посів підібраного складу травосуміші;
- планування площ після посіву травосуміші.

Агротехнічні роботи виконуються після закінчення усіх видів земляних робіт у зручні агрономічні терміни в два етапи: передпосівна обробка площ та роботи із внесення мінеральних добрив та посіву насіння травосуміші.

1.2. Вибір способу виконання земляних робіт

Із комплексу робочих операцій виконання земляних робіт є найзатратнішим. Решта робочих операцій (пошарове планування та ущільнення, планування поверхні насипу та виїмки) мають значно меншу трудоемність та не є вирішальними при виборі способу виконання земляних робіт.

Вибір ведучих землерийних і транспортних машин необхідно призначати, виходячи із видів ґрунтів, об'ємів земляних робіт, термінів їх виконання, а також робочих відміток насипів і виїмок з урахуванням рельєфу місцевості, кліматичних умов, наявності місцевих ресурсів, палива, електроенергії, води. Найбільш вірне рішення може бути досягнуто при використанні сучасних математичних методів і ПЕОМ. Важливою умовою при виборі машин є найменше число їх типів на будівельному майданчику. Це дозволяє підвищити ступінь використання машин і полегшити умови експлуатації.

При виконанні земляних робіт на аеродромі залежно від конкретних умов будівництва застосовують різноманітні засоби механізації та способи виконання робіт. Найбільш широке застосування отримали скреперні та екскаваторні способи виконання робіт. При скреперному виконанні робіт застосовують чотири типи машин: розпушувач, скрепер, автогрейдер (або бульдозер) і котки. Провідною машиною є скрепер, за продуктивністю якого підбирають продуктивність решти машин.

При екскаваторному способі виконання робіт провідною машиною є екскаватор, продуктивність якого має дорівнювати продуктивності всіх автомобілів-самоскидів, що відвозять ґрунт в насип. Продуктивність інших машин (бульдозера, котка) повинна дорівнювати продуктивності екскаваторів. При комплексній механізації повинні бути приведені відповідні параметри машини, що беруть участь у виконанні комплексного процесу.

Вантажопідйомність автомобілів-самоскидів, які транспортують ґрунт, пов'язана з ємністю ковша екскаватора. Товщина шару ґрунту, яка відсипається скреперами, має дорівнювати товщині шару, яку можуть ущільнювати котки.

Для того, щоб виконати умови комплексної механізації, необхідно підібрати машини за продуктивністю та виробничими параметрами. Розрізняють три стадії механізації будівельного виробництва: часткову, комплексну та автоматизовану.

При частковій механізації деякі робочі операції будівельного процесу виконують засобами механізації, а деякі – вручну (наприклад, при копанні траншеї під труби колектора водовідвідної системи аеродрому використовують екскаватор, а для зачищення застосовують спеціальні лопати та совки).

Комплексна механізація передбачає здійснення всіх робочих операцій механізованим способом з використанням комплексу машин.

Автоматизація – це вища форма комплексної механізації, яка передбачає застосування приладів, пристроїв та машин, що дозволяють виконувати будівельний процес без фізичного зусилля робітника.

Способи та засоби здійснення комплексної механізації та автоматизації вибираються на основі таких показників:

- економічна ефективність;
- терміни будівництва;
- продуктивність виконання робіт.

Економічна ефективність порівняльних варіантів комплексної механізації та автоматизації оцінюється за такими показниками:

- собівартість виконання процесу або виду будівельних робіт;
- капітальні вкладення на придбання засобів механізації;
- термін окупності капітальних вкладень;
- термін виконання окремих видів будівельних робіт.

Ефективне планування будівельно-монтажних робіт забезпечується застосуванням потокового методу, суть якого полягає в тому, що всі будівельні роботи виконуються одна за іншою послідовно за умови, що наступна робота розпочинається лише після того, як буде виконана попередня на всій захватці.

Виконання кожної робочої операції доручається механізованій ланці, які послідовно переміщуються по захваткам, створюючи будівельну продукцію. Тривалість виконання робіт на ланці називається швидкістю потоку. Якщо продуктивність ланки під час робочої операції більша, ніж швидкість потоку, то ланка буде завантажена. В іншому випадку буде гальмуватися робота інших ланок, які зайняті виконанням всіх наступних операцій.

Розгортання робіт потоковим методом проходить так: на першій захватці перша ланка починає виконувати першу робочу операцію. Після того, як буде виконана перша робоча операція, перша ланка переходить на другу захватку, а на другій захватці друга ланка розпочинає виконувати другу робочу операцію. Таким чином, у роботу поступово включаються всі ланки та розпочинається випуск готової продукції.

За структурою та видом продукції розрізняють часткові, спеціалізовані, об'єктні та комплексні потоки.

Частковий потік – елементарний потік, що характеризується виконанням однієї і тієї ж будівельної роботи на кожній із послідовно

займаних бригадою захваток чи ділянок (наприклад, завезення, розрівнювання, ущільнення ґрунту).

Спеціалізований потік – це сукупність часткових потоків, що об'єднані єдиною системою параметрів та схемою потоку, а також загальною будівельною продукцією. Даний потік характеризується безперервним випуском готової будівельної продукції (наприклад, ґрунтоцементної основи аеродромного покриття).

Об'єктний потік – це сукупність спеціалізованих потоків, сумісною продукцією яких є готовий аеродром, ангар або будівля.

Комплексний потік – це група організовано пов'язаних об'єктних потоків, що з'єднані загальною продукцією у вигляді комплексу інженерних споруд аеропорту.

В аеродромно-будівельній практиці виділяють такі терміни: період розгортання потоку, період згортання потоку, період дії потоку.

Період розгортання потоку – це час, протягом якого всі бригади, починаючи з першої, включаються в роботу.

Період згортання потоку – це час від закінчення роботи на останній захватці першої бригади до закінчення роботи на цій захватці останньої бригади.

Період дії потоку – це час від початку роботи на першій захватці першої бригади до закінчення роботи на останній захватці останньої бригади.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Які складові частини комплексу земляних робіт при будівництві аеродромів ви знаєте?
2. Охарактеризуйте технологію виконання земляних робіт зі зрізання рослинного шару ґрунту бульдозером, скрепером та автогрейдером.
3. З яких технологічних операцій складається цикл роботи бульдозера?
4. Як визначається експлуатаційна годинна продуктивність бульдозера та скрепера?
5. Як визначається тривалість робочого циклу скрепера?
6. Які основні технологічні операції під час зведення насипів при будівництві аеродромів ви знаєте?
7. Що включають в себе агротехнічні роботи зі створення дернового покриву на ґрунтових ділянках у межах виконання земляних робіт?
8. Яким чином виконують вибір ведучих землерийних і транспортних машин при виконанні земляних робіт?

9. За якими показниками оцінюється економічна ефективність порівняльних варіантів комплексної механізації та автоматизації?

10. Що називають частковим, спеціалізованим, об'єктним та комплексним потоком?

11. Що таке період розгортання та згортання потоку?

12. Що називають періодом дії потоку?

Розділ 2

РОЗРОБКА ВИЇМОК ПРИ БУДІВНИЦТВІ АЕРОДРОМУ

2.1. Склад робіт на ділянках виїмок та послідовність їх розробки

До початку розробки виїмки необхідно дослідити ґрунти, що призначені для відсіпки шляхом відбору шурфів на проектній глибині з розрахунку один шурф на кожні 500 м^3 ґрунту, що відсипається в насип. При цьому досліджуються такі характеристики зразків: верхня та нижня границя вологості, число пластичності, консистенція, щільність ґрунту, щільність сухого ґрунту, щільність частинок ґрунту, коефіцієнт пористості, пористість, ступінь вологості, коефіцієнт пористості при вологості на межі текучості, критерій просадочності, щільність водо-насиченого ґрунту, зчеплення та кут внутрішнього тертя. Потім будують компресійну криву (рис. 2.1) та графік випробувань на зсув (рис. 2.2).

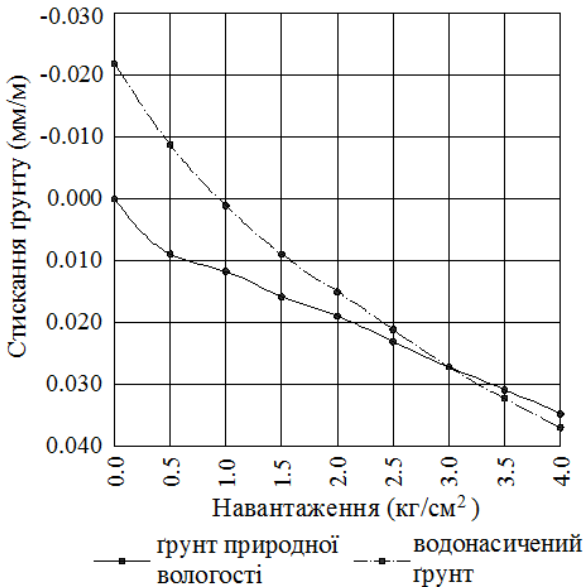


Рис. 2.1. Компресійна крива ґрунту виїмки

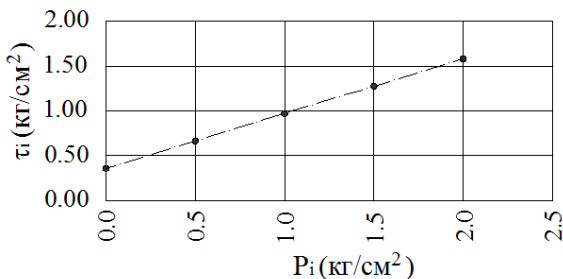


Рис. 2.2. Графік випробувань ґрунту виїмки на зсув

Із шурфів відбирають зразки для кожного різновиду ґрунту для їх дослідження із зазначенням дати, місця відбору проби та товщини шару. При розробці виїмки необхідно перемістити рослинний ґрунт в тимчасові відвали, розпушити мінеральний ґрунт, розпланувати та ущільнити поверхню виїмки та відновити рослинний ґрунт.

Якщо розробка виїмки виконується у щільних і сухих ґрунтах, то використовуються плуги або розпушувачі на глибину різання землерийної машини. Скельні ґрунти розпушуються підричним способом.

У процесі розробки виїмки кожен день визначається природна вологість ґрунтів, що вкладаються в насип. Крім того, вологість періодично визначають після тривалих дощів з метою встановлення часу для відновлення земляних робіт.

Якщо ґрунт із виїмки використовується для зведення насипу, то виїмка розробляється в послідовності, яка необхідна для зведення насипу. Виїмка розробляється не одразу по всьому контуру, а на смугах, розміри яких повинні забезпечувати нормальні умови роботи землерийних і транспортних машин.

Часто ґрунти у виїмках мають меншу щільність, ніж після ущільнення їх в насипі. Поверхня виїмки з такими ґрунтами після її ущільнення осідає. У зв'язку з цим виїмку не доводять до проектної відмітки.

2.2. Розробка виїмок екскаваторами та скреперами

При будівництві аеродромів з великими зосередженими обсягами земляних робіт для розробки ґрунту у виїмках глибиною від одного метра і більше дуже широко використовують екскаватори.

Екскаратор – машина циклічної дії, робочий цикл якої складається з таких робочих операцій: набирання ґрунту, повертання стріли, розвантаження ковша та зворотного повороту його до забою.

Екскараторами розробляються всі групи ґрунтів. Для виконання земляних робіт використовують ескаратори з таким робочим обладнанням:

- пряма лопата;
- зворотна лопата;
- драглайн.

Пряму лопату найбільш доцільно використовувати при розробці глибоких виїмок із завантаженням ґрунту в транспортні засоби. Прямою лопатою розробляють ґрунти, які розташовані вище площини стояння ескаратора. При цьому рух ковша при наборі ґрунту відбувається знизу вгору.

Зворотна лопата використовується за необхідності розробляти ґрунти нижче рівня стояння ескаратора (наприклад, копання траншей під колектор водовідвідної системи аеродрому).

Драглайн застосовується для розробки мокрих забоїв на рівні розміщення ескаратора.

Продуктивність ескаратора може бути підвищена шляхом збільшення кількості робочих циклів за хвилину, що досягається за рахунок:

- зменшення кута повороту для набору та вивантаження ґрунту;
- суміщення операцій повороту з опусканням ковша;
- вибір найвищого рівня забою;
- скорочення часу перерви в робочих операціях.

Для розробки сухих забоїв можна застосовувати ескаратори з прямою лопатою або драглайни з навантаженням в транспортні засоби нижче розміщення ескаратора. Схема розробки виїмки драглайном наведена на рис. 2.3.

При одній і тій самій потужності ескаратора і кута повороту стріли, продуктивність драглайнів становить 85–95 % від продуктивності ескаратора з прямою лопатою. Це пояснюється тим, що тривалість одного циклу драглайну більша ніж у ескаратора, ківш якого закріплений жорстко на стрілі.

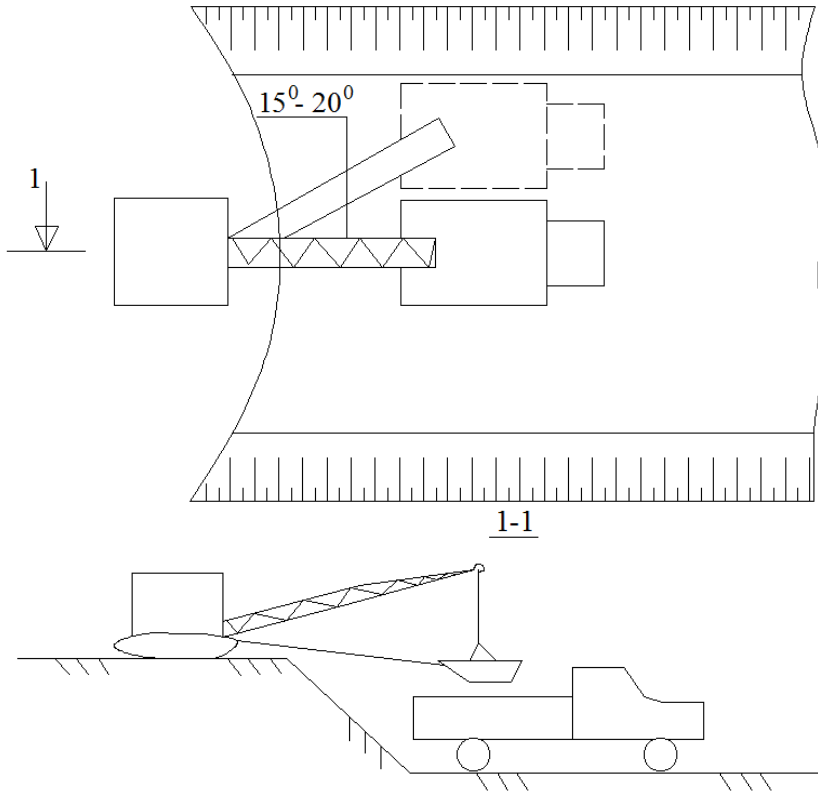


Рис. 2.3. Схема розробки виїмки драглайном

Однак є схеми розробки виїмок, при яких кути повороту стріли драглайну зменшуються до $15\text{--}20^\circ$ замість мінімально можливих при роботі екскаватора з прямою лопатою, що складають $70\text{--}90^\circ$. Це дозволяє різко скоротити час робочого циклу та досягти такої продуктивності драглайну, яка буде більша ніж у екскаваторів з прямою лопатою.

Для раціонального використання екскаваторів, ділянку виїмки розбивають на забої, оптимальна ширина яких залежить від потужності екскаватора та його геометричних параметрів.

Зі зменшенням ширини забою зменшується кут повороту, але збільшується кількість переміщень екскаватора. Напряму руху транспорт-

них засобів повинен бути назустріч руху екскаватора у забої, щоб виключити можливість переносу ковша через кабіну водія (рис. 2.4).

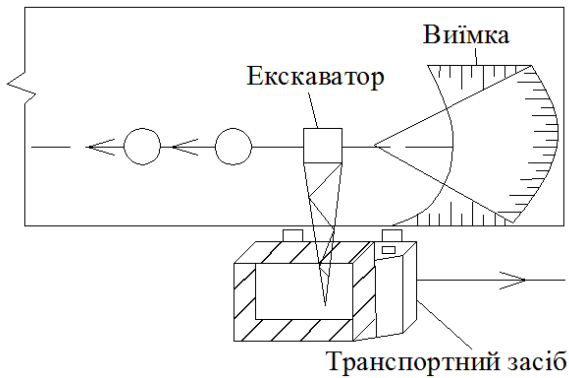


Рис. 2.4. Схема розробки виїмки екскаватором

Транспортування ґрунту при розробці його на аеродромі екскаваторами здійснюється автомобілями-самоскидами. Цими транспортними засобами вигідно перевозити ґрунт на будь-які відстані, що перевищують 0,5–1 км. Основними перевагами автомобілів-самоскидів є велика швидкість руху та добра маневреність.

При екскаваторному способі виконання земляних робіт транспортні засоби необхідно вибирати в залежності від параметрів та продуктивності екскаватора, відстані переміщення ґрунту, рельєфу місцевості, ґрунтових і кліматичних умов у період проведення робіт.

Вартість переміщення ґрунту транспортними засобами перевищує вартість його розробки в декілька разів.

Найменша вартість робіт буде при правильному призначенні кількості транспортних засобів. При недостатній їх кількості буде простоювати екскаватор, а при надмірній – транспортні засоби.

Таким чином, оптимальне рішення буде тоді, коли продуктивність екскаватора буде дорівнювати продуктивності всіх транспортних засобів, кількість яких визначається за формулою:

$$n = \frac{P_e}{P_T},$$

де P_e – продуктивність екскаватора; P_T – продуктивність транспортного засобу.

Для наочності робочий цикл транспортного засобу можна зобразити в координатах «відстань-час» (рис. 2.5).

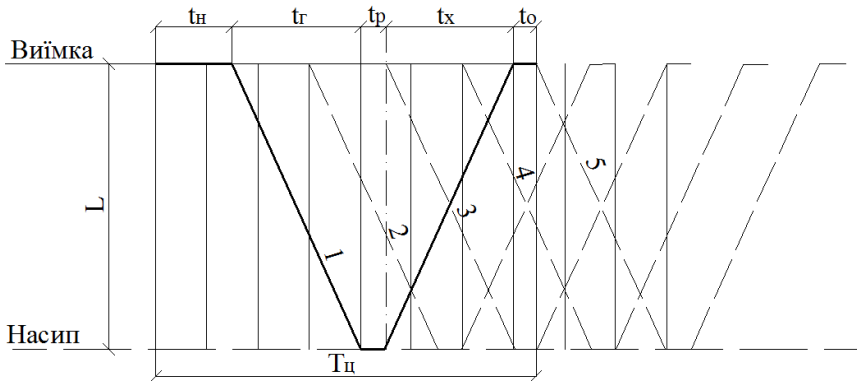


Рис. 2.5. Графік робочого циклу транспортних засобів:
1, 2, 3, 4, 5 – номери транспортних засобів

Тривалість циклу роботи транспортного засобу визначається за формулою

$$T_{ц} = t_{н} + t_{р} + t_{р} + t_{х} + t_{о},$$

де $t_{н}$ – час навантаження; $t_{р}$ – час руху з ґрунтом; $t_{р}$ – час розвантаження; $t_{х}$ – час повернення в кар'єр; $t_{о}$ – час очікування навантаження.

Для виконання земляних робіт випускаються скрепери з об'ємом ковша від 2,5 до 25 м³.

Скрепер – машина циклічної дії, цикл роботи якої складається з таких робочих операцій: набирання ґрунту, переміщення в насип, укладання ґрунту в насип, повернення до місця набирання ґрунту (рис. 2.6). Залежно від перерізу стружки ґрунту в поздовжньому напрямку наповнення ковша скрепера і час набирання різний (рис. 2.7).

Продуктивність скрепера також залежить від вибраної схеми набирання ґрунту в плані (рис. 2.8).

При шахматно-гребінчастій схемі наявні більш вузькі ділянки ґрунту, що дає можливість збільшити коефіцієнт наповнення ковша.

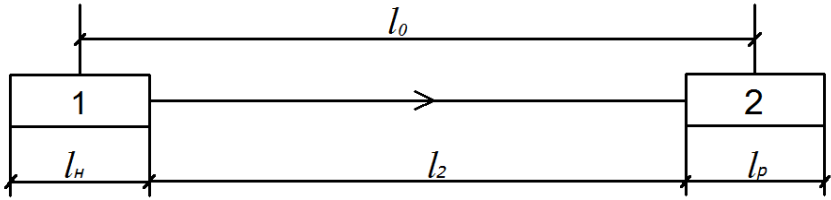


Рис. 2.6. Схема робочого циклу скрепера: 1 – набирання ґрунту; 2 – розвантаження ґрунту; l_0 – відстань переміщення ґрунту; l_n – довжина шляху набирання; l_p – довжина шляху розвантаження ґрунту; l_2 – навантажений і порожній хід скрепера

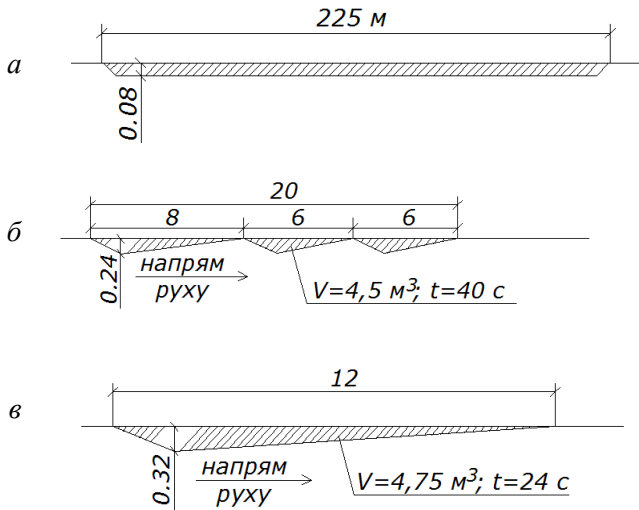


Рис. 2.7. Схема набирання ґрунту скрепером з ємкістю ковша 6 м^3
 а – прямокутна; б – гребінчаста; в – клинова

Добрі результати набирання ґрунту отримують при розробці виїмки похилими шарами (рис. 2.9). Найбільш оптимальні ухили при цьому становлять 70–120 %.

Для раціонального використання екскаваторів, ділянку виїмки розбивають на забори, оптимальна ширина яких залежить від потужності екскаватора та його геометричних параметрів.

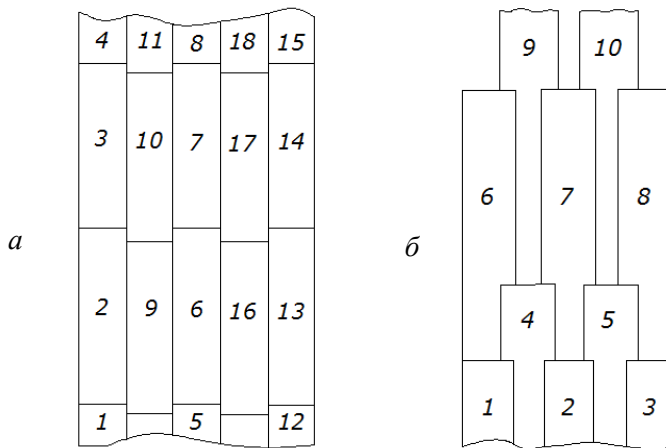


Рис 2.8. Схеми набирання ґрунту скрепером у плані:
a – багаторядна через смугу; *б* – шахматно-гребінчаста;
 1–18 – послідовність набирання

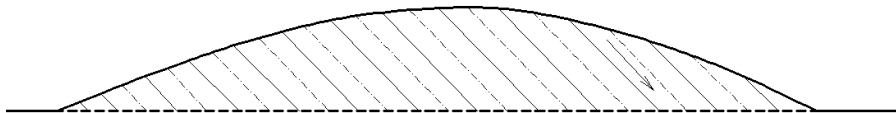


Рис 2.9. Схема розробки виїмки похилими шарами

При більш широкому від нормативного забою збільшується кут повороту стріли екскаватора, але зменшується кількість його переміщень. Із зменшенням ширини забою, зменшується кут повороту, але збільшується кількість переміщень екскаватора.

Напрямок руху транспортних засобів повинен бути назустріч руху екскаватора у забої, щоб виключити можливість переносу ковша через кабінку водія.

2.3. Розробка виїмок бульдозером та іншими машинами

Робочий цикл бульдозера складається із набирання ґрунту з виїмки, переміщення і укладання його в насип, повернення бульдозера у виїмку. Ніж відвалу (робочої лопати) заглиблюють у виїмку і переміщують бульдозер на невеликій швидкості доти, поки не буде набраний

повний відвал. Після того ніж дістають із ґрунту і переміщують в насип. На місці укладання ґрунту ніж бульдозера піднімають на висоту шару, що вкладається.

Продуктивність бульдозера при розробці ґрунту II групи і переміщення його на відстань 10 м досягає 1100 м³/зміну. Зі збільшенням відстані продуктивність бульдозера різко зменшується і при відстані 100 м становить 30–110 м³/зміну залежно від марки бульдозера.

Набирання ґрунту. Для того, щоб повністю використовувати потужність трактора і набрати повний відвал за мінімальний час, застосовують клиноподібну схему набирання ґрунту, як і при роботі скрепера. Якщо з умов технології робіт клиноподібна схема не підходить, то ґрунт набирають за прямокутною схемою.

Переміщення ґрунту. При переміщенні, частина ґрунту засипається з відвалу бульдозера, утворюючи вали з обох сторін. Витрати становлять 0,5–1,0 % від початкового об'єму ґрунту на відвалі на кожний метр шляху переміщення бульдозера. Втрати ґрунту можна зменшити, застосувавши траншейний спосіб розробки виїмки (рис. 2.10).

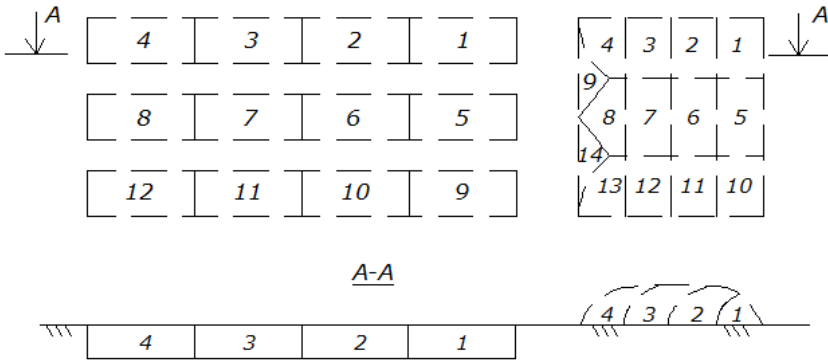


Рис. 2.10. Схема роботи бульдозера траншейним способом

При траншейному способі розробки виїмки, порції ґрунту переміщуються по траншеї, що утворилась попередніми проходами бульдозера. Це дозволяє втримувати на відвалі більшу кількість ґрунту. Витрати ґрунту можна також зменшити, переміщуючи ґрунт між валами, що утворились попередніми проходами бульдозера.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Який склад робіт на ділянках виїмок?
2. Яка технологічна послідовність розробки виїмок при будівництві аеродромів?
3. Охарактеризуйте процес влаштування виїмок екскаваторами при будівництві аеродромів.
4. Яким чином може бути підвищена продуктивність роботи екскаватора?
5. Як визначається тривалість циклу роботи транспортного засобу при влаштуванні виїмок?
6. Охарактеризуйте технологію виконання земляних робіт при влаштуванні виїмок на аеродромі.
7. Як виконується розробка виїмок бульдозером?

Розділ 3

ЗВЕДЕННЯ НАСИПІВ

3.1. Склад робіт на ділянках насипів та послідовність їх розробки

При зведенні насипів необхідно зняти рослинний шар ґрунту, пошарово відсипати і розрівняти насип, ущільнити кожний шар до необхідної щільності, розпланувати поверхню насипу за геодезичними відмітками, відновити рослинний ґрунт, де його передбачено проектом.

Крім перерахованих процесів, може виникнути необхідність у зволоженні або просушуванні ґрунту, якщо його вологість є більшою чи меншою від оптимальної.

Пошарове зведення насипів зумовлено тим, що існуючі засоби ущільнення дозволяють отримати хорошу якість робіт з невисокою їх вартістю тільки при ущільненні шарами товщиною не більшою ніж 30–50 см.

При ущільненні ґрунту шарами 60–100 см і більше, вартість виконання робіт значно зростає.

Зі збільшенням вологості ґрунту його щільність спочатку збільшується до деякої величини, а потім починає зменшуватись. Вологість, за якої отримують найбільшу щільність ґрунту при одній і тій самій витраті робіт, називають оптимальною вологістю, а найбільшу щільність – максимальною щільністю. Оптимальна вологість і максимальна щільність для одного і того ж ґрунту залежить від кількості роботи, що витрачається на ущільнення.

Зі збільшенням маси котка або кількості проходів при ущільненні, оптимальна вологість ґрунту зменшується, а максимальна щільність збільшується.

Витрати праці є в декілька разів більшими, якщо ущільнення ґрунту відбувається за вологості, меншої за оптимальну.

Якщо ґрунт має недостатню вологість, то його слід зволожувати до оптимальної вологості.

Незв'язні і малозв'язні ґрунти зволожують в шарі, що відсипаний в насипі незадовго до ущільнення. Зв'язні ґрунти, в яких перерозподіл вологості відбувається досить повільно, краще зволожувати на місці їхньої розробки.

Розпушення і зволоження виконують в 2–3 прийоми за декілька годин до розробки для того, щоб волога рівномірно розподілилась у ґрунті. Кількість води Q , що необхідна для зволоження 1 м^3 ґрунту зі щільністю ρ і вологістю W_1 до оптимальної вологості W_0 , становить:

$$Q = \rho(W_0 - W_1 + W_2),$$

де W_2 – вологість зразка ґрунту з урахуванням витрат вологи при розробці, транспортуванні та укладанні.

При вологості ґрунту, що є більшою за оптимальну, необхідно його просушити. Для цього ґрунт розпушують в суху погоду. Відсіпку ґрунту ущільнюють у два етапи: спочатку більш легкими ущільнювальними засобами (30–40 % проходів), а потім ущільнювальними засобами з розрахунковими параметрами.

Попереднє ущільнення виконують котками з гладкими вальцями і лінійним тиском, який у 2–2,5 рази менший, ніж розрахунковий. При ущільненні котками на пневматичних шинах, перші проходи виконують з тиском у шинах у 2 рази меншим, ніж розрахунковий.

Якщо ґрунт відсипається скреперами, то попереднє ущільнення не виконують. При цьому рух скреперів організують так, що вони рівномірно ущільнюють насип по всій ширині до щільності, не меншої 0,9 від необхідної.

3.2. Послідовність відсіпки насипів

Насип відсипають шарами, товщину яких призначають розрахунком з урахуванням прийнятих засобів ущільнення. Відсіпку розпочинають з понижених ділянок насипу (рис. 3.1).

Шари краще всього відсипати так, щоб їхня поверхня була паралельна проектній поверхні. Такий підхід забезпечує стікання поверхневих вод, розпланування і контроль виконання робіт, оскільки відстань від проектної поверхні до поверхні шару, що відсипається, завжди буде однаковою.

Площу кожного шару насипу розбивають на смуги, а смуги – на захватки. Площу захватки F призначають залежно від продуктивності ланки машин Π , що зайняті відсіпкою насипу, допустимого розриву в часі t між розробкою ґрунту виїмки і закінченням його ущільнення в насипі.

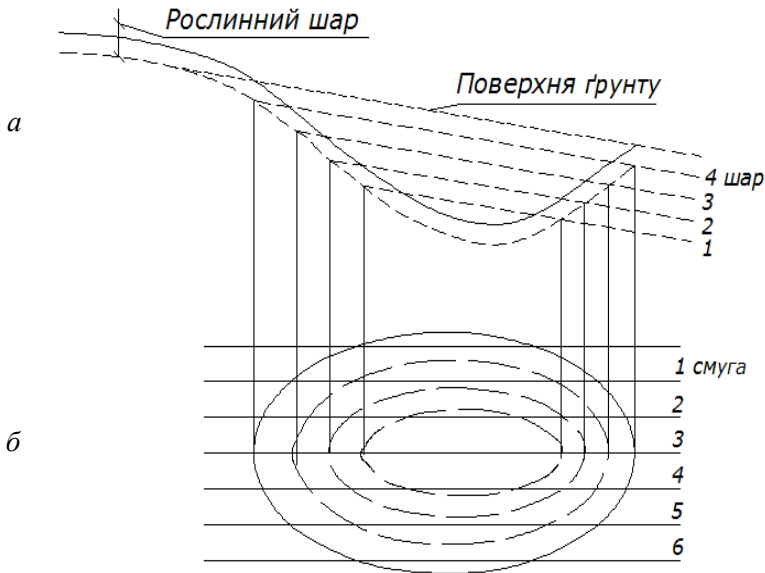


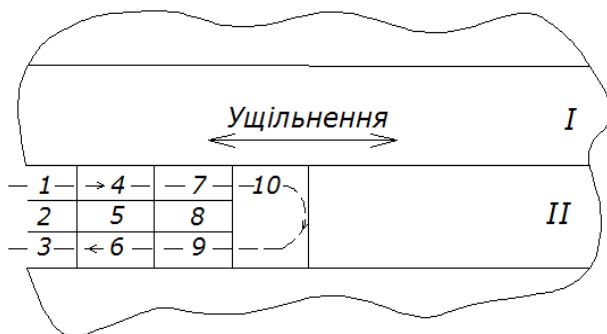
Рис. 3.1. Схема відсіпки насипу шарами, що паралельні проектній поверхні:
а – поздовжній розріз насипу; *б* – план відсіпки шарів

Так, наприклад, при необхідності відсіпати і ущільнити ґрунт шарами товщиною 0,25 м протягом дня (за одну зміну) при розробці його скреперами, що мають продуктивність 500 м³/зміну, слід прийняти площу захватки 2000 м² ($500/0,25 = 2000 \text{ м}^2$). Маючи площу захватки, необхідно вибрати її ширину і визначити довжину. Ширина захватки повинна бути достатня для маневру землерийних, транспортних і ущільнювальних машин (15–20 м). Якщо необхідно закінчити ущільнення ґрунту за одну зміну, площу захватки слід зменшити в два рази.

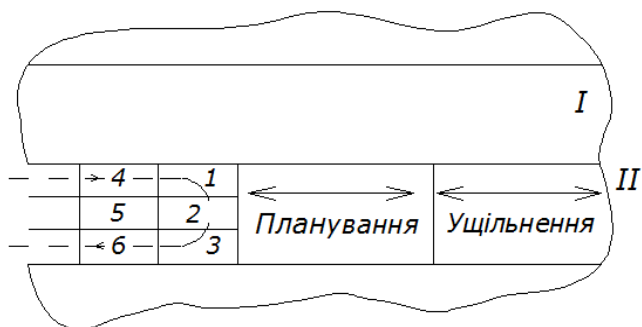
При ущільненні ґрунту котками довжина захватки повинна бути не менше, ніж 150–200 м. У протилежному випадку продуктивність котків різко зменшиться, оскільки багато часу буде витратитися на повороти котків на кінцях захватки.

При ущільненні ґрунту самохідними котками, що можуть працювати без поворотів на кінцях захватки, довжина її може бути 25–30 м.

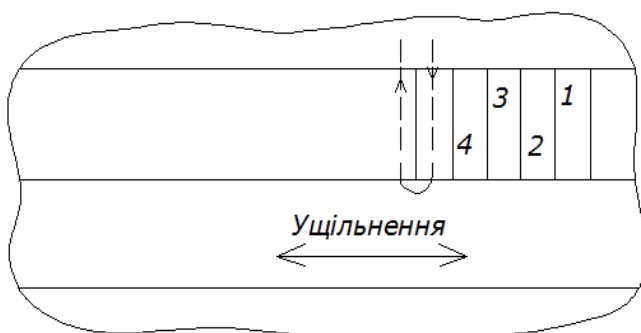
Відсіпати кожний шар можна методами «від себе» і «на себе» (рис. 3.2).



a



б



в

Рис. 3.2. Схема відсіпки насипів:
a – поздовжня «від себе»; *б* – поздовжня «на себе»; *в* – поперечна
 «на себе»; 1, 2, 3 – черговість розвантаження скреперів

За методом «від себе» відсіпку насипу розпочинають на захватці, яка розміщена ближче до виїмки (рис. 3.2, *a*). При відсіпці другої захватки землерийними і транспортними машинами, що підвозять ґрунт, проходять по першій, уже відсіпаній захватці. При цьому методі продуктивність транспортних машин дещо зменшується внаслідок їхнього руху по пухкому ґрунту, але вони попередньо ущільнюють його. У зв'язку з цим при відсіпці насипу за методом «від себе» нема необхідності попереднього ущільнення ґрунту.

За методом «на себе» відсіпку насипу розпочинають з найбільш віддаленої від виїмки захватки (рис. 3.2, *б*). Транспортні засоби переміщуються по ущільнених ділянках. У зв'язку з цим їхня продуктивність вища, ніж при роботі за методом «від себе».

Насипи можна відсіпати поздовжніми і поперечними смугами відносно до напрямів транспортування ґрунту. При поздовжній схемі насип можна відсіпати як за методом «на себе», так і «від себе». Поперечну схему відсіпки насипу застосовують тільки тоді, коли ширина насипу не забезпечує нормальну роботу ущільнювальних машин (рис. 3.2, *в*). За цією схемою смуги доцільно відсіпати за методом «на себе».

При поздовжній схемі відсіпки «на себе» шлях транспортування ґрунту та напрямок руху планувальних і ущільнювальних машин не перетинаються. При відсіпці «від себе» до планування і ущільнення ґрунту можна приступити тільки після закінчення робіт з відсіпки смуги на всій її протяжності.

3.3. Відсіпка насипів скреперами та іншими транспортними засобами

Відсіпати ґрунт на захватці скреперами можна як за методом «від себе» та за методом «на себе» (рис. 3.3).

При відсіпці скреперами за методом «від себе» черговий скрепер з опущеним ковшем проходить по смузі ґрунту, що відсіпана попереднім скрепером і додатково розрівнює цю смугу (рис. 3.3, *a*).

Після того, як скрепер дійде до кінця раніше відсіпаної смуги, він розпочинає розвантаження ґрунту шаром заданої товщини.

За такої схеми відсіпки немає необхідності в розрівнюванні ґрунту спеціальними машинами, оскільки цей процес виконується скреперами. Крім того, скрепери також попередньо ущільнюють ґрунт. Але

за такої схеми тривалість робочого циклу дещо збільшується у зв'язку з тим, що скрепери рухаються по пухкому ґрунті.

При відсіпці ґрунту за методом «на себе» (рис. 3.3, б) машиністу скрепера важко встановити місце початку. Крім того, виникає необхідність розрівнювати ґрунт на захватці планувальними машинами і попередньо ущільнювати його.

При відсіпці насипів автомобілями-самоскидами доцільно розвантажувати їх за методом «на себе», тобто розпочинати відсіпку з найбільш віддаленої від виїмки ділянки захватки (рис. 3.3, в).

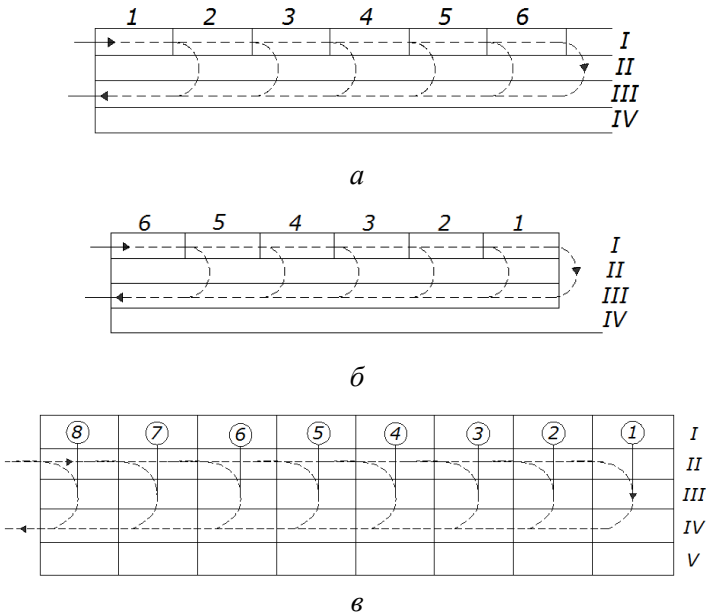


Рис. 3.3. Схеми відсіпки ґрунту на захватці скреперами і транспортними засобами:

а – скреперами «від себе»; б – скреперами «на себе»;

в – відсіпка автомобілями-самоскидами «на себе»;

1–6 – послідовність відсіпки смуг; I–V – смуги

Для зменшення трудомісткості робіт з розрівнювання шарів необхідно розвантажувати транспортні засоби в середині прямокутника, площа якого дорівнює:

$$F = \frac{V}{h},$$

де V – об'єм ґрунту в транспортному засобі, м³; h – товщина шару ґрунту після ущільнення, м.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте склад робіт на ділянках насипів при будівництві аеродромів.
2. Яка технологічна послідовність відсипки насипів при будівництві аеродромів?
3. Охарактеризуйте методи відсипки насипів «від себе» і «на себе».
4. Яка технологічна послідовність відсипки насипів скреперами за методами «на себе» та «від себе»?
5. Які існують схеми відсипки насипів?

Розділ 4

ПЛАНУВАЛЬНІ РОБОТИ

4.1. Види і склад планувальних робіт

Льотне поле аеродрому, що включає кінцеві і бічні смуги безпеки, повинне мати рівну поверхню. Нерівності мікрорельєфу під металевою рейкою довжиною 3 м не повинні перевищувати 30 мм на льотному полі і 20 мм на ділянках ґрунтової основи під покриттям. Для доведення мікрорельєфу місцевості до необхідної рівності виконують планувальні роботи.

Планувальні роботи як самостійний процес виконують на ділянках з нульовими робочими відмітками при розробці виїмок або відсипки насипів.

На ділянках ґрунтової частини льотного поля з нульовими робочими відмітками мікрорельєф виправляють шляхом зрізання невеликих підвищень і засипки дрібних виїмок без попереднього зняття рослинного ґрунту.

Планувальні роботи виконують в два етапи: перший – попереднє планування; другий – кінцеве планування.

При попередньому плануванні усувають значні нерівності, які можна побачити неозброєним оком, і виконують попереднє ущільнення для встановлення ділянок з недостатньою щільністю ґрунту.

Ретельне планування виконують по геодезичним відміткам з метою доведення поверхні до необхідної рівності.

Для доведення поверхні виїмки або насипу і ділянок корита під аеродромне покриття необхідно виконати такі робочі операції: розпушення, попереднє планування і ущільнення поверхні ґрунту, контрольне нівелювання. Після цього необхідно ретельно спланувати і ущільнити поверхню, а також перевірити якість виконаних робіт.

До початку планувальних робіт на ґрунтовій частині льотного поля необхідно засипати ями, що залишилися після викорчовування пнів і вилучення каменів.

Розпушувати ґрунт необхідно завжди, якщо це приводить до збільшення продуктивності машин, що виконують планування і ущільнення поверхні ґрунту.

4.2. Виконання планувальних робіт автогрейдером при будівництві аеродромів

Планувальні роботи можуть бути виконані автогрейдером та причіпними грейдерами (рис. 4.1, 4.2).



Рис. 4.1. Виконання планувальних робіт автогрейдером на аеродромі



Рис. 4.2. Виконання планувальних робіт на аеродромі причіпним грейдером

При виконанні планувальних робіт автогрейдером робочу операцію виконує машиніст автогрейдера. Якщо ж планувальні роботи виконуються причіпним грейдером, то в робочому процесі бере участь тракторист.

До недоліку автогрейдера слід віднести те, що на вологих глинистих ґрунтах він не може працювати з повним навантаженням, так як має погане зчеплення з цим ґрунтом.

Розплановану поверхню льотного поля ущільнюють причіпними котками з гладкими вальцями, а ґрунтову основу під покриття – котками з гладкими вальцями і реверсним ходом. Маса котка повинна забезпечувати отримання необхідної щільності ґрунту. Планувальні роботи виконують на захватках.

Рух автогрейдера на захватці доцільно організовувати по круговій схемі: від межі захватки до її середини, від середини захватки до її країв або з чергуваннями проходів у взаємно перпендикулярних напрямках (рис. 4.3, *а, б*).

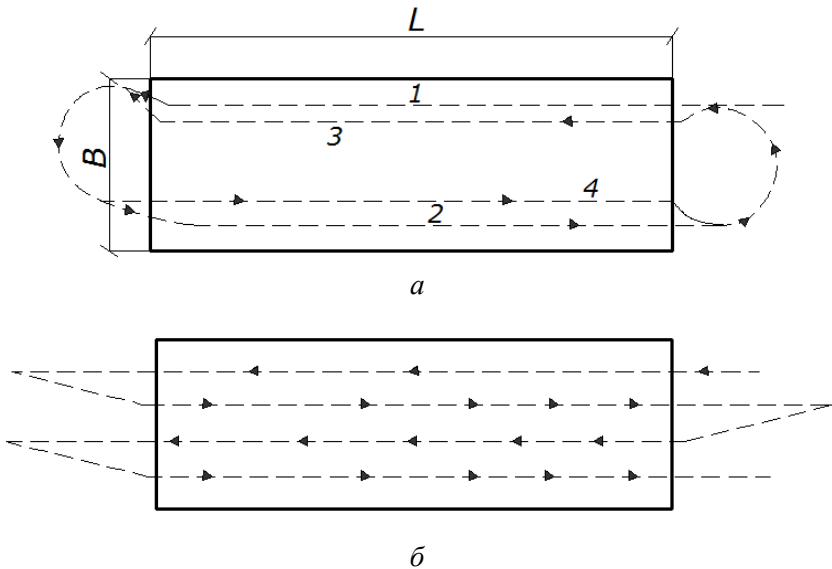


Рис. 4.3. Схема руху планувальних машин на захватці:
а – по круговій схемі; *б* – у взаємно перпендикулярних напрямках

Для попереднього планування легких ґрунтів необхідно один–два проходи по одному сліду, середніх ґрунтів – три–чотири і важких – чотири–шість проходів. Кожен наступний прохід повинен перекривати попередній на 20–30 см.

Продуктивність планувальних машин обчислюється за формулою

$$П = \frac{T_{зм} \cdot L \cdot k(l \cdot \sin \alpha - c) \cdot K_b}{n \cdot t_{ц}}$$

де: $T_{зм}$ – тривалість робочої зміни, хв; L – довжина захватки, м; k – кількість робочих проходів; l – довжина ножа планувальної машини, м; α – кут повороту ножа планувальної машини, град.; c – величина перекриття слідів, м; K_b – коефіцієнт використання часу за зміну; n – необхідна кількість проходів по одному сліду; $t_{ц}$ – тривалість одного робочого циклу машини, хв.

Продуктивність планувальних машин значною мірою залежить від довжини захватки і прийнятої схеми руху машини.

Вибираючи схему планування, необхідно враховувати, що при роботі автогрейдера заднім ходом після повороту ножа на 180° важко забезпечити ретельну обробку поверхні ґрунту. У зв'язку з цим цю схему можна застосовувати тільки для попереднього планування з такими робочими положеннями ножа автогрейдера: кут захоплення $45\text{--}60^\circ$, кут різання $40\text{--}60^\circ$.

Після попереднього планування поверхня ґрунту має різну щільність. У місцях, де були дрібні впадини, ґрунт пухкий, а в місцях, де були невеликі підвищення – щільний ґрунт. Після ущільнення така поверхня знову стане нерівною, але менш помітною, ніж до попереднього ущільнення. У зв'язку з цим при плануванні поверхні слід чергувати проходи планувальних і ущільнювальних машин.

Після попереднього планування і ущільнення захватки необхідно провести контрольне нівелювання поверхні і встановити кілки на проектних відмітках. Кінцеву обробку поверхні виконують планувальною машиною, за якою рухається коток.

Планувальні роботи закінчують, коли після проходу автогрейдера (грейдера) і котка поверхня захватки задовольняє вимоги, що висувають до рельєфу місцевості на аеродромі. Ділянки місцевості між контрольними кілками, що встановлені по нівеліру, перевіряють візирками і рейками.

Для кінцевої обробки поверхні ґрунту в останній час застосовують довгобазові планувальні машини, які забезпечують високу якість виконання робіт.

4.3. Організація планувальних робіт

Для розпланування поверхні виїмки необхідно 2–6 проходів планувальних машин по одному сліду залежно від точності розробки виїмки і типу ґрунтів. Всі планувальні роботи у виїмці виконують так само, як і на ділянках з нульовими робочими відмітками.

Остаточню планують поверхню насипу тільки після ущільнення верхнього шару і контрольного нівелювання. Якщо при ущільненні буде виявлене значне осідання поверхні, то в такі місця до початку планувальних робіт необхідно завезти ґрунт і його ущільнити.

До початку планувальних робіт повинні бути засипані траншеї для влаштування водовідведення, кабельні переходи, паливопроводи тощо.

Кінцеве планування ґрунтової основи виконують з мінімальним випередженням робіт із влаштування основи аеродромного покриття.

Ґрунт, який зрізаний при плануванні ґрунтової основи, використовують для відсіпки при з'єднанні аеродромного покриття з ґрунтовою частиною льотного поля.

У процесі виконання планувальних робіт на площі ґрунтової основи слід організувати ретельний геодезичний контроль. Ділянки підготовленої основи повинні бути закриті для руху транспортних засобів.

Запитання та завдання для самоперевірки

Що включають в себе планувальні роботи при будівництві аеродромів?

1. Опишіть етапи виконання планувальних робіт.
2. Наведіть та охарактеризуйте технологічні схеми руху планувальних машин на захватці.
3. Як визначається продуктивність планувальних машин?
4. Яким чином виконується організація планувальних робіт при будівництві аеродромів?

Розділ 5

ТЕХНОЛОГІЯ ВЛАШТУВАННЯ ШТУЧНИХ ОСНОВ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

5.1. Основні положення технології будівництва при влаштуванні штучних основ та аеродромних покриттів

В аеропортах штучне покриття влаштовують на злітно-посадкових смугах (ЗПС), руліжних доріжках (РД), місцях стоянки (МС), перонах і майданчиках спеціального призначення, під'їзних дорогах (рис. 5.1). Ці покриття влаштовують на штучних основах.

За будівельними ознаками основи можуть бути влаштовані з гравійних і щебневих матеріалів без застосування в'язучих речовин; із ґрунтів, що укріплені мінеральними або органічними в'язучими речовинами. Покриття можуть бути жорсткого типу із бетону, армо- і залізобетону, і нежорсткого типу – асфальтобетонні.

Основна задача технології будівництва – забезпечення заданих (запроекованих) експлуатаційних показників покриттів (міцності, рівності, стійкості, довговічності) при мінімальних матеріально-технічних витратах. Технологія – основа організації робіт. Вона складається із технологічних процесів, що поділяються в свою чергу, на ряд окремих простих операцій. Наприклад, весь комплекс влаштування жорсткого покриття може бути поділений на технологічні процеси: приготування, транспортування і укладання цементобетонної суміші. У свою чергу приготування цементобетонної суміші включає операції з підготовки матеріалів, дозування, змішування і розвантаження. Процес транспортування суміші складається із операцій з навантаження, транспортування і розвантаження.

Укладання цементобетонної суміші в покриття включає в себе операції з розподілення, розрівнювання, ущільнення, обробки поверхні і догляду за укладеною сумішшю.

Невід'ємною частиною технологічного процесу є контроль якості, який необхідно виконувати при виконанні всіх технологічних операцій. Параметри технологічного процесу визначають необхідні властивості матеріалів і характеристику результатів процесу: агрегатний склад ґрунту, вміст в'язучого, вологість, щільність, товщину тощо.

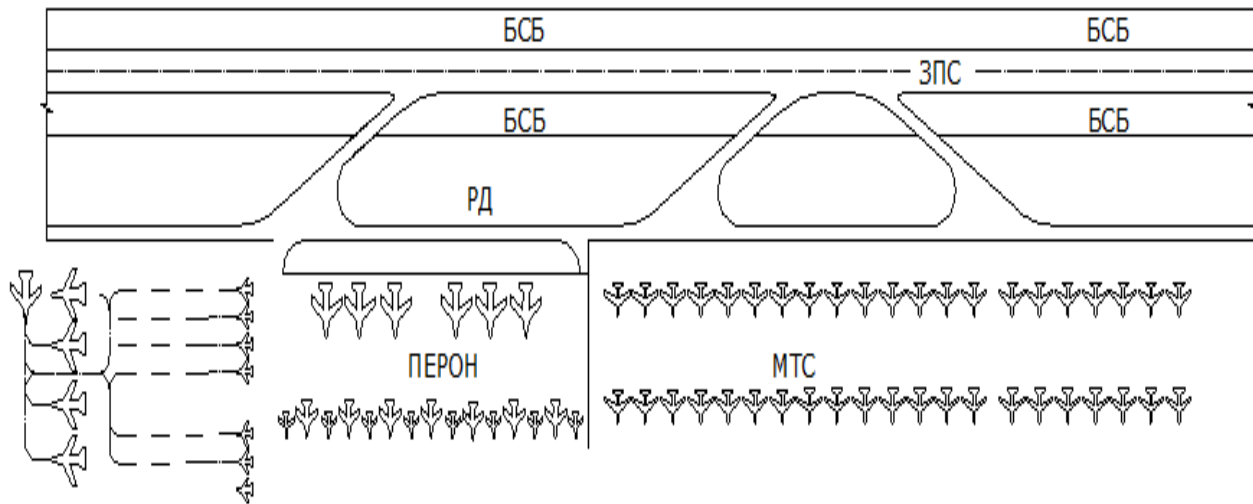


Рис. 5.1. Фрагмент генерального плану аеродрому

Примітка. ЗПС – злітно-посадкова смуга; БСБ – бічна смуга безпеки; РД – руліжна доріжка; МТС – місця тривалої стоянки літаків

Параметри робочого процесу визначають режим обробки матеріалів: температуру укладання і умови переміщення матеріалів, температурно-вологісний режим твердіння.

Параметри технологічного процесу повинні бути вибрані і обгрунтовані такими, щоб вони забезпечили не тільки максимальне використання властивостей матеріалів для створення міцного і довговічного покриття, але і мінімальний опір матеріалів при їх обробленні.

Параметри робочого процесу і режимів роботи засобів механізації повинні забезпечувати необхідну якість покриття при мінімальній вартості робіт.

5.2. Будівництво гравійних, щебневих і шлакових основ і покриттів без застосування в'язучих речовин

5.2.1. Методи виконання робіт і основні вимоги до матеріалів

Гравійні, щебневі і шлакові основи і покриття, що влаштовуються без застосування в'язучих матеріалів, можуть бути влаштовані з місцевих матеріалів з використанням простої техніки.

Основні недоліки цих основ і покриттів – недостатня зв'язність і порівняно швидке та нерівномірне зношення. У зв'язку з цим частіше всього їх використовують як основи під бетонне і асфальтобетонне покриття. Гравійні, щебневі і шлакові основи і покриття також застосовують на спряженні ЗПС з кінцевими і бічними смугами безпеки та на початкових і кінцевих ділянках ґрунтових аеродромів.

Гравійні, щебневі і шлакові основи і покриття влаштовують в один, два і більше шарів залежно від міцності матеріалів, ефективності (потужності) ущільнювальних засобів, стану ґрунтової основи і товщини покриття. Так, наприклад, якщо маємо поблизу місця будівництва порівняно дешевий із слабких порід щебінь, то його можна застосовувати в нижній шар, а для верхнього шару привезти і укласти більш міцний матеріал. У нижньому шарі може бути використаний матеріал із фракцій більшої крупності, тоді як для верхнього шару з метою забезпечення кращих міцнісних і експлуатаційних характеристик більш дрібний кам'яний матеріал. Для нижніх і середніх шарів слід застосовувати щебінь фракцій 40–70 і 70–120 мм, а верхніх – 40–70 мм. Щебінь слабких порід слід застосовувати з розміром фракцій більше 70 мм.

Звичайні і вібраційні котки можуть ущільнювати шари до 16–18 см, вібраційно-трамбувальна машина – до 20–30 см.

Товщину нижнього шару при двошаровому покритті рекомендується приймати 60–70 %, а верхнього – 30–40 % від загальної товщини покриття.

Матеріали, з яких влаштовують гравійні, щебеневі і шлакові основи і покриття, повинні відповідати певними вимогам за міцністю і формою зерен, морозостійкістю, гранулометричним складом.

Гравійні матеріали становлять собою, як правило, природні або штучні суміші із гравію, піску, пилюватих і глинистих частин.

Склад гравійно-піщаних матеріалів вибирають залежно від товщини шару основи і крупності наявного матеріалу. При цьому найбільша крупність частин не повинна перевищувати однієї третини товщини шару, що відсипається.

Щебінь отримують з гірських порід, що мають міцність не меншу ніж 600 кгс/см^2 .

Щебінь повинен мати форму, що наближена до кубу. За морозостійкістю щебінь повинен витримувати кількість циклів без руйнування Мр3 50 для сурових кліматичних умов, Мр3 25 для помірних умов і Мр3 15 для м'яких умов.

Крім гравію і щебеню для будівництва основ і покриттів аеродромів у багатьох випадках можна застосовувати відходи промисловості. Найбільший інтерес з цих матеріалів становлять металургійні суміші (доменні, мартенівські та ін.).

Доменні металургійні шлаки залежно від хімічного складу поділяють на основні, кислі та нейтральні. Основними шлаками називають такі, у яких шлаковий модуль $M > 1$, кислими – $M < 1$ і нейтральними $M = 1$,

де

$$M = \frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{AlO}_3}$$

Основні шлаки володіють цінною властивістю – цементуватися внаслідок утворення шлакової муки при ущільненні і виникненні у них хімічних процесів. У зв'язку з цим міцність шлакових покриттів протягом певного часу збільшується. Для запобігання швидкого зношення покриттів основні шлаки краще всього обробляти органічними в'язучими.

Кислі шлаки можна застосовувати, як з обробкою органічними в'язучими, так і без обробки. Ці шлаки слід застосовувати після того, як вони пролежали у відвалах не менше двох років.

Мартенівські шлаки відрізняються від доменних тим, що вимагають подрібнення, оскільки у відвалах вони знаходяться у вигляді окремих міцних шматків і каменів об'ємом 3–5 м³.

5.2.2. Технологія будівництва гравійних і щебневих основ і покриттів

Технологія будівництва гравійних і щебневих основ і покриттів складається з таких робочих операцій:

- підготовка ґрунтової основи і влаштування підстильного шару (виконується не у всіх випадках);
- доставка і розподілення матеріалів;
- ущільнення та обробка.

Коли основи або покриття влаштовуються у два і більше шарів, наведені технологічні операції повторюються.

Якщо проектом передбачено влаштування підстильного шару з піску, шлаку або укріпленого ґрунту, то ця робота виконується після підготовки ґрунтової основи і влаштування водовідвідної та дренажної системи аеродрому. Піщаний підстильний шар відсипають із крупних і середньої крупності пісків, що мають добру водонепроникність, для швидкої віддачі проникаючої в основу води.

Пісок з кар'єру завозять автомобілями безпосередньо на підготовлену ґрунтову основу. Ущільнення піску можна виконувати легкими котками (2–3 т), площинними вібраторами або достатнім зволоженням. Але ущільнення водою можна застосовувати тільки в сухий і теплий період року.

Кам'яні матеріали завозять і розподіляють на підготовлену основу чітко за конструктивними шарами. Відсипавши і ущільнивши один шар, приступають до відсипки другого шару і так далі до повного влаштування основи або покриття.

Перед початком завезення матеріалів роблять позначки необхідної висоти розсипання шляхом встановлення вздовж смуги дощок на ребро, або кілків на відстані 5 м один від одного. Дощки і кілки встановлюють по нівеліру і за допомогою візирок на висоту, відповідну товщину шару ґрунту, що відсипається в пухкому стані, тобто з ураху-

ванням коефіцієнта ущільнення, який краще всього встановлювати на дослідній ділянці або в лабораторії.

При приготуванні суміші безпосередньо на аеродромі, кожен матеріал розсипають пошарово в кількості, що відповідає необхідному дозуванню складу суміші. При цьому першим розсипається матеріал, що входить у суміш в найбільшій кількості, а потім інші складові. Крім того, більш пористі і крупнозернисті матеріали рекомендується вкладати в нижні шари, а середні і дрібні – у верхні. Оскільки в процесі змішування більш крупні фракції суміші будуть намагатися піднятися на поверхню, а дрібні – просипатися в нижні шари.

5.2.3. Ущільнення гравійних і щебневих матеріалів

Гравійні і щебневі матеріали ущільнюються самохідними і причепними котками, віброкотками, вібро-трамбувальними машинами. Гравійні матеріали добре ущільнюються котками на пневматичних шинах. Щебневі матеріали, як правило, ущільнюються гладковальцями і вібраційними котками.

Ущільнення гравійних і щебневих основ і покриттів – важливий технологічний процес, при виконанні якого на різних етапах ущільнення доводиться змінювати масу котків. Це необхідно робити для того, щоб не відбувалося руйнування кам'яних матеріалів і недопущення на ґрунт основи тиску, що перевищує несучу здатність цього ґрунту. У зв'язку з цим зазвичай процес ущільнення виконується в декілька етапів.

Гравійні та інші основи і покриття ущільнюються у два етапи. На першому етапі попередньо підкочують матеріал, у результаті чого відбувається обтиснення суміші, а на другому етапі виконують основне ущільнення до необхідної щільності.

Щебневі та інші основи і покриття, що влаштовуються за методом заклинювання, ущільнюються в три етапи (рис. 5.2).

Перший етап – попереднє підкочування матеріалу доти, поки щебінь не займе найбільш щільне і стійке розміщення. При підкочуванні проходить найбільш значне переміщення щебеню. Структурний опір шару ущільнення невеликий, оскільки кількість точок контакту між щебенем мінімальна і щільність шару невелика (рис. 5.2, а).

Другий етап – основне ущільнення, що забезпечує щільну і стійку структуру. Кількість точок контакту між щебенем збільшується і збі-

льшується структурний опір шару (рис. 5.2, б). Ущільнення на цьому етапі виконується з безперервним поливанням водою.

Третій етап – кінцеве ущільнення, в процесі якого вводиться заклинюючий матеріал з розмірами фракцій, що послідовно зменшуються (спочатку клинець, а потім кам'яний дріб'язок і відсів) і утворюється щільна щебенева кірка (рис. 5.2, в).

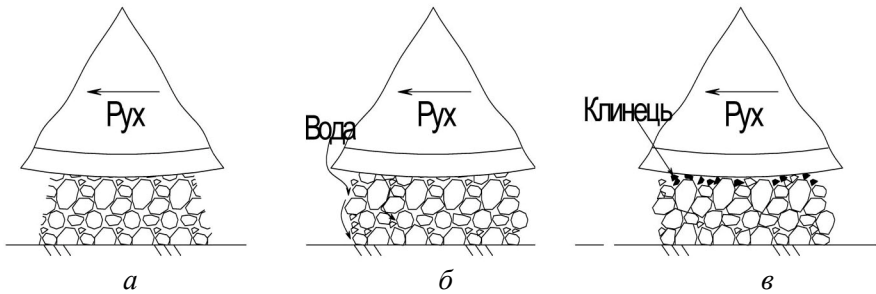


Рис. 5.2. Схема уцілення гравійних і щебневих основ і покриттів:
а – перший етап уцілення – попереднє підкочування матеріалу;
б – другий етап уцілення – основне ущільнення; в – третій етап уцілення – кінцеве ущільнення

На всіх етапах уцілення гравійних і щебневих матеріалів швидкість руху котків приймають різною. На першому етапі швидкість приймають мінімальною (щоб запобігти утворенню хвиль і зсувів матеріалу), а потім на другому і третьому етапі швидкість збільшується. Ущільнення розпочинають легкими котками і закінчують важкими.

Загальна кількість проходів котків по одному сліду залежить від якості і товщини матеріалу, який ущільнюється, типу і маси котка та коливається в межах: 3–8 на першому етапі уцілення; 10–35 на другому і 10–15 на третьому. Швидкість руху котків при першому проході не повинна перевищувати 1,5–2,0, а при наступних проходах – 2,5 км/год.

5.2.4. Організація робіт

Для виконання робіт з влаштування кожного шару основи або покриття в кожній зміні організують дві захватки. На першій захватці завозять і розподіляють матеріал, а на другій – ущільнюють його.

Ширину кожної захватки призначають з умови зручності завезення і розподілу матеріалу та забезпечення можливості розвертання ма-

шин. Зазвичай їх приймають рівними 12–15 м. Довжина захватки залежить від продуктивності ведучої машини і становить для вище вказаної ширини захватки 150–200 м.

Для запобігання осідання основи рух автомобілів-самоскидів повинен здійснюватися по раніше відсипаному шару матеріалу. У зв'язку з цим залежно від конкретних умов завезення і розвантаження, розподілення матеріалу може виконуватись за однією із трьох схем:

1) матеріал подають автомобілями-самоскидами в бункер спеціального розподілювача, що переміщується вздовж захватки, по якій рухається автомобіль;

2) матеріал розвозять і розвантажують вздовж країв ЗПС або РД на ґрунтовому узбіччі з подальшим переміщенням і розрівнюванням бульдозером поперек смуги, що відсипається;

3) матеріал завозять і розвантажують в кінці смуги, що відсипається і ущільнюється з подальшим переміщенням і розрівнюванням бульдозером вздовж смуги, що відсипається.

За першою схемою матеріал завозять безпосередньо перед укладанням в кількості, що залежить від продуктивності розподілювача. Розподілювач забезпечує рівномірне розподілення матеріалу необхідної товщини шару (до 25 см) і попередньо ущільнює з допомогою віброплити.

За другою схемою матеріал залежно від організації робіт можна завозити перед вкладанням або завчасно, оскільки для цього є широкий фронт розвантаження і розподілення матеріалу. Рух автомобілів-самоскидів відбувається по раніше ущільненому шарі, що робить цю схему більш привабливою порівняно з тією, коли автомобілям-самоскидам доводиться заїжджати на підстильний шар або ґрунтову основу.

Третя схема обмежує фронт робіт. Рух автомобілів-самоскидів проходить тільки по готовому покриттю (основі). Ця схема завезення кам'яних матеріалів і їх розподілення застосовується у тих випадках, коли заїзд автомобілів-самоскидів вздовж краю смуги неможливий, наприклад, коли роботи на попередній смузі ще не закінчені.

5.2.5. Контроль якості виконання робіт

При контролі якості виконання робіт перевіряють: якість матеріалів, що застосовуються; якість підготовки ґрунтової основи і підстильного шару, дренажу і водовідведення.

Для перевірки якості матеріалів відбирають не менше двох проб від кожної партії об'ємом не більший ніж 1000 м³ і з кожного характерного забою кар'єру.

Якість підготовки ґрунтової основи перевіряють за рівністю і ступенем ущільнення. Ступінь ущільнення в залежності від матеріалів, що застосовують, слід перевіряти:

– для піщаних основ (визначають щільність піску не менше ніж у двох точках на кожні 1000 м² площі);

– для піщано-гравійних основ і покриттів – контрольними проходами гладковальцевого котка масою 8–10 тонн. Після проходу котка на ущільненій поверхні не повинно залишатися слідів, глибших за 0,5 см.

– для гравійних щебених і шлакових основ і покриттів – контрольними проходами гладковальцевого котка, масою 10–12 тонн. При русі котка не повинні залишатися сліди.

Товщину готової основи або покриття перевіряють вимірювальною лінійкою у спеціально влаштованих ямах (діаметром 5–15 см). Відхилення товщини від проектної допускається не більше ніж $\pm 5\%$, але не більше 20 мм.

Рівність поверхні перевіряють за допомогою триметрової металевої рейки. Найбільший проміжок усередині рейки не повинен бути більшим 5–7 мм.

Відповідність відміток і ухилів проектної поверхні перевіряють за допомогою нівеліра. Відхилення відміток по осі смуги не повинно перевищувати 20 мм при будівництві без автоматичних систем забезпечення рівності і 10 мм – з автоматичними системами. Поперечні ухили не повинні відрізнятись від проектних більш ніж на 5 %.

5.3. Будівництво основ і покриттів із ґрунтів, гравійних і щебених матеріалів, що укріплені мінеральними в'язучими речовинами

5.3.1. Методи і технологія виконання робіт при укріпленні ґрунтів мінеральними в'язучими речовинами

Укріплення ґрунтів складається таких технологічних операцій: розпушування і подрібнення ґрунту на необхідну глибину (при укріпленні незв'язних або малозв'язних ґрунтів розпушування не є обов'язковим); введення в ґрунт (якщо необхідно) гранулометричних або поверхнево-активних добавок; змішування ґрунту з добавками;

внесення в'язучого матеріалу і змішування його з ґрунтом; ущільнення ґрунтової суміші при оптимальній вологості; догляд за належним температурно-вологісним режимом; створення захисного шару.

При укріпленні ґрунтів у два-три шари може бути застосована різна послідовність внесення в'язучих і змішування їх з ґрунтом. Найбільш поширена послідовність при всіх способах укріплення ґрунтів: зняття верхнього шару ґрунту і переміщення його на узбіччя, обробка нижнього шару і повернення верхнього шару з оброблення на місці.

Залежно від властивостей ґрунтів і в'язучих та інших матеріалів, а також з урахуванням конструкції покриття, кліматичних умов і наявності обладнання можуть застосовуватися такі методи:

- змішування в установці типу ДС-50 (Д-709), на майданчику (кар'єрі) і вкладання суміші укладальниками типу ДС-54 (Д-724);
- змішування на ґрунті ґрунтозмішувальними машинами: однопрохідними типу ДС-16 (Д-391) або багатопрохідними типу дорожніх фрез ДС-18 (Д-530).

Найбільш економічно готувати суміш безпосередньо на місці її укладання в основу або покриття. Метод змішування у змішувальних установках вимагає додаткових робіт із транспортування ґрунту у змішувачі і приготування суміші до місця укладання. Однак за цим методом відбувається більш точно дозування і рівномірне розподілення в'язучих матеріалів і добавок. Крім того, більш точно витримується задана проектом товщина шару ґрунту, що обробляється.

Не зважаючи на наявність відмінностей в конструкціях ґрунтозмішувальних установок, характерним для більшості з них є: примусовий змішувач компонентів суміші в мішках, об'ємне дозування компонентів, безперервний спосіб приготування суміші і висока мобільність всього комплексу технологічного обладнання.

Змішування ґрунтів в'язучими речовинами на місці з використанням ґрунтозмішувальних машин або фрез допускається у тому випадку, якщо ґрунти не містять фракцій розміром більших за 25 мм.

При обробленні супісків, суглинків і глин будь-яким в'язучим матеріалом, ґрунти повинні бути подрібнені так, щоб глинистих грудок розміром більше 5 мм було не більше 25 % від маси, у тому числі вміст грудок крупніших 10 мм допускається більше 10 %.

Майданчики (кар'єри) для розміщення установок вибирають в місцях залягання найбільш придатних до обробки ґрунтів та з найбільш

шим наближенням до об'єкту будівництва. Середня відстань транспортування суміші до місця її укладання не повинна перевищувати 8–10 км.

Зазвичай ґрунтозмішувачі пристосовані для сумісної роботи з автоцементовозом, що має обладнання для пневматичного розвантаження цементу (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Автоцементовоз

При русі автоцементовоза на робочій захватці цемент по шлангу перевантажується у витратний бункер. У ньому цемент відокремлюється від повітря і через роторний дозатор подається на ґрунтозмішувальний ротор.

При обробленні ґрунтів за допомогою однопрохідної ґрунтозмішувальної машини всі робочі операції виконуються за один прохід, тобто ґрунт, що обробляється, а саме: подрібнюється; дозуються сипучі і в'язко-рідкі матеріали, вода або сольові розчини; перемішують-

ся складові компоненти до однорідної суміші; суміш вкладається, розплановується і частково ущільнюється.

У дорожніх фрезах оброблення ґрунтів виконують за декілька проходів. Дорожні фрези є найбільш проектними машинами для приготування ґрунтової суміші. Ширина оброблення смуги ґрунту становить до 2,4 м, а глибина – 20–25 см.

При використанні дорожніх фрез ґрунт, що підлягає обробленню (якщо він не місцевий), попередньо завозять на ґрунтову основу, а мінеральні в'язучі речовини вносять розподільвачем цементу. Оброблення великоуламкових і піщаних ґрунтів у цьому випадку виконують в такій технологічній послідовності:

- змішування ґрунту із в'язучою речовиною за один-два проходи фрези по одному сліду зі швидкістю 0,3–0,4 км/год;
- зволоження суміші до оптимальної вологості;
- змішування вологої суміші до однорідного стану за один-два проходи фрези по одному сліду зі швидкістю 0,4–0,6 км/год.

Отримані в результаті змішування ґрунтові суміші підлягають ущільненню. Для цього безпосередньо після вкладки суміші, виконують ущільнення обробленого ґрунту котками.

Коли оброблений шар має значну товщину, краще ущільнення отримується з використанням вібраційних котків. Режим роботи ущільнювальних засобів залишається таким же, як при ущільненні ґрунтів в процесі виконання земляних робіт. Для кінцевої обробки поверхні застосовують металеві самохідні котки (5–6 проходів). Ущільнення повинно виконуватись при оптимальній вологості. Коефіцієнт ущільнення повинен бути не нижче ніж 0,98.

Ущільнення обробленого ґрунту розпочинається з країв (з узбіччя) смуг з поступовим зміщенням до середини. При цьому перекриття суміжних слідів котків повинно бути не меншим ніж 20 см.

Після закінчення ущільнення ґрунтів необхідно забезпечити належний догляд для того, щоб ґрунт набув заданих параметрів.

Для збереження оптимальної вологості застосовують світлі плівкові водонепроникні матеріали. Для утворення захисної плівки допускається застосовувати емульсії, що швидко розпадаються.

5.3.2. Організація робіт при влаштуванні основ і покриттів із ґрунтів, що укріплені мінеральними в'язучими

Роботи з влаштування основ і покриттів із укріплених ґрунтів організуються поточними методами. Ширина захватки (ділянки) приймається рівною повній ширині ЗПС, РД, МС, перону тощо.

У свою чергу, ширину захватки на ЗПС і МС розбивають на ряд технологічних смуг, де послідовно виконують всі технологічні операції. Ширина цих смуг залежить від прийнятого способу виконання робіт і засобів механізації.

При використанні однопрохідних ґрунтозмішувачів або дорожніх фрез ширина смуг дорівнює ширині захвату цих машин.

Довжина захватки у випадку, коли змішування компонентів суміші відбувається у стаціонарних змішувальних установках, повинна призначатись виходячи з розрахунку, що всі технологічні операції з приготування суміші в установці, укладання і ущільнення повинні бути завершені протягом однієї робочої зміни.

Довжина змінної захватки при укріпленні великоуламкових і піщаних ґрунтів однопрохідною машиною з шириною смуги 8 м призначається в межах 250–300 м залежно від властивостей ґрунту, що обробляється, дозування в'язучого і добавок інших речовин, а також погодних умов і наявності транспортних засобів для доставки матеріалів.

Величина перекриття суміжних за шириною захваток повинна становити не менше ніж 20 см.

Довжина змінної захватки при обробленні ґрунтів дорожньою фрезою повинна прийматись в межах 150–200 м при ширині смуги 8 м з урахуванням властивостей ґрунтів, що укріплюються, і продуктивності машин.

Довжина змінної захватки при укріпленні глинистих ґрунтів однопрохідною ґрунтозмішувальною машиною призначається в межах 150–200 м, а для дорожньої фрези при обробленні легких суглинків і супісків – 200 м, важких суглинків і глин – 150 м.

У результаті призначення розмірів захваток і смуг їхня площа повинна бути такою, щоб машини виконували всі технологічні операції без простоїв. У зв'язку з цим допускається виконання окремих операцій на різних за шириною смугах.

5.4. Будівництво основ і покриттів із ґрунтів, гравійних і щебених матеріалів, що укріплені органічними в'язучими речовинами

5.4.1. Способи укріплення ґрунтів органічними в'язучими речовинами

Основи і покриття, в яких органічні в'язучі речовини (рідкі нафтові бітуми, бітумні емульсії, кам'яновугільні дьогті) з різноманітними добавками в результаті старанного змішування або глибокого просочування і ущільнення покривають (обволочують) окремі частинки мінерального матеріалу, утворюючи навколо них тонкі замкнені оболонки, характеризуються достатньо високою міцністю і зв'язністю, щільністю, водонепроникністю та зносостійкістю у всі пори року.

Основи і покриття із укріплених ґрунтів органічними в'язучими речовинами влаштовуються способом змішування у спеціальній стаціонарній установці або на місці будівництва шляхом поверхневої обробки.

Змішування ґрунтів з органічними в'язучими речовинами виконують у змішувальних установках з примусовим змішуванням.

Отримана суміш транспортується до місця будівництва і вкладається самохідними універсальними укладальниками. Змішування може виконуватись також однопрохідною ґрунтозмішувальною машиною або дорожньою фрезою на місці влаштування основи або покриття. Основи і покриття, що влаштовуються способом змішування на місці, влаштовують одно- або двошаровими. Товщина одношарових і верхнього шару двошарової основи і покриття може бути 8–12 см. Двошарове покриття влаштовують при розрахунковій товщині 14–25 см.

Спосіб поверхневої обробки полягає в тому, що на поверхню покриття наносять (розливають) в'язуче (бітум або дьоготь), а потім розсипають дрібний кам'яний матеріал і прокатують. У результаті утворюється шар товщиною 0,5–4,0 см, що забезпечує підвищення несучої спроможності, збереження покриття від зношування та водонепроникність.

Залежно від властивостей в'язучих речовин, а головним чином від їх в'язкості, поверхнєве оброблення може виконуватись, коли в'язуча речовина знаходиться в гарячому або холодному стані.

Розливання в'язучих речовин і розсипання дрібного кам'яного матеріалу виконують в один, два або три прийоми (рис. 5.4), що характеризують одинарне, подвійне або потрійне поверхнєве оброблення.

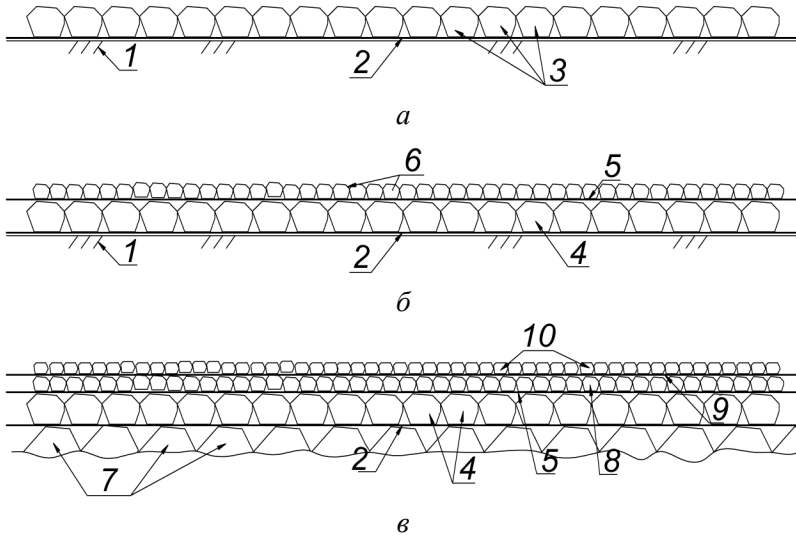


Рис. 5.4. Схеми поверхнєвого оброблення:

a – одинарне; *б* – подвійне; *в* – потрійне;

1 – основа; 2 – перший шар бітуму; 3 – дрібний кам'яний матеріал; 4 – перший шар кам'яного матеріалу; 5 – другий шар бітуму; 6 – перший шар дрібного кам'яного матеріалу; 7 – щебінь; 8 – другий шар дрібного кам'яного матеріалу; 9 – третій шар бітуму; 10 – третій шар дрібного кам'яного матеріалу

При одинарному поверхнєвому обробленні утворюється бітумний шар товщиною 0,5–1,5 см. Одинарне оброблення застосовується при рівних і щільних покриттях, з метою укріплення поверхні покриття. При подвійному обробленні шар має товщину 1–3 см.

Головна мета подвійного оброблення це – захист від зношення покриття.

При потрійному поверхнєвому обробленні утворюється захисний шар товщиною 2,5–4 см і влаштовується у таких самих умовах, що і при подвійному обробленні, але при більших нерівностях поверхні покриття.

Спосіб просочування є більш сучасним порівняно з поверхнєвим обробленням. При просочуванні в'язучі речовини проникають на

певну глибину і разом з нанесеним і укатаним кам'яним матеріалом створюють бітумно-кам'яний шар, міцність якого обумовлюється в основному заклинюванням кам'яних частин, а також зчепленням за рахунок застосування в'язучого матеріалу.

Залежно від наявності матеріалів і призначення шару, що обробляється, просочування розділяють на глибоке (нормальне), при якому створюється бітумно-кам'яний шар товщиною 6,5–8 см, і полегшене (напівпросочування) з товщиною бітумно-кам'яного шару 4–6 см. При глибокому просочуванні нанесення щебеню виконують в три-чотири прийоми, а розливання в'язучої речовини – в два-три прийоми. При полегшеному просочуванні нанесення щебеню виконують в два-три прийоми, а розливання в'язучої речовини – в один-два прийоми.

5.4.2. Технологія виконання робіт способом змішування

При укріпленні ґрунтів органічними в'язучими способом змішування (у змішувальній установці; однопрохідними ґрунтозмішувачами, дорожніми фрезами) необхідно дотримуватися тих самих вимог, що і при укріпленні мінеральними в'язучими, а також особливі правила виконання робіт.

При приготуванні суміші із великоуламкових і піщаних ґрунтів з органічними в'язучими речовинами, а також активними добавками в змішувальних установках, в'язучі матеріали, добавки і вода повинні вводитися в ґрунт одночасно і змішуватися.

При приготуванні суміші із піщаного ґрунту і рідкого бітуму або дьогтю з добавками суглинків, – останні необхідно попередньо подрібнювати в кар'єрі фрезою за два-три проходи по одному сліду. Після цього суглинок і піщаний ґрунт слід одночасно завантажувати і перемішувати із в'язучою речовиною до однорідного стану.

Приготовлену суміш в установках транспортують до місця укладання автомобілями-самоскидами і укладають, як правило, асфальтоукладачами.

Суміш ущільнюють котками на пневматичних шинах і віброкотками з перекриттям смуг проходження котка не менше ніж на 20 см.

Орієнтована кількість проходів котка по одному сліду при ущільненні суміші ґрунту з рідким бітумом, дьогтями, емульсіями може дорівнювати 10–15, а при ущільненні суміші ґрунту з бітумною емульсією або рідким бітумом разом з цементом – 5–10.

Ущільнення ґрунтів, що оброблені рідким бітумом або дьогтем з різними добавками, повинно бути закінчене не більш ніж за 3 доби після укладання суміші. Якщо ущільнення виконувалось при вологій погоді і температура повітря була нижчою ніж 15°C, то в даному випадку необхідно виконати повторне ущільнення не пізніше, ніж через 2 доби після першого ущільнення ґрунтів.

Технологія укріплення великоуламкових і піщаних ґрунтів органічними в'язучими речовинами з використанням однопрохідної ґрунтозмішувальної машини є такою самою, що й при укріпленні мінеральними в'язучими речовинами.

При обробці великоуламкових і піщаних ґрунтів дорожньою фрезою органічні в'язучі речовини вводять у суміш ґрунту з добавками в повній нормі за перший прохід фрези. Змішування суміші з рідким бітумом або дьогтем досягається за два – чотири проходи фрези по одному сліду, а з бітумною емульсією – двома фрезами одночасно за один прохід кожної фрези по одному сліду.

Укріплення ґрунтів, що обробляються бітумною емульсією або рідким бітумом разом з цементом виконують в такій технологічній послідовності: вносять в ґрунт органічну в'язучу речовину через дозуюче обладнання за один прохід фрези; змішують ґрунт з в'язучим за один–два проходи фрези по одному сліду; вносять в суміш ґрунту цемент розподілювачем цементу за один прохід; змішують суміш за один–чотири проходи фрези по одному сліду; зволожують суміш до оптимальної вологості і змішують за один прохід фрези.

Після виконання наведених вище технологічних операцій, ґрунт слід ущільнити котками так само, як і після укладання суміші, що приготовлена у змішувальній установці.

Обробка глинистих ґрунтів органічними в'язучими речовинами з добавками меленого негашеного вапна виконується з допомогою однопрохідної ґрунтозмішувальної машини в такій технологічній послідовності: вносять добавку вапна в ґрунт за допомогою розподілювача на всю ширину; змішують ґрунт з вапном дорожньою фрезою за один прохід по одному сліду; ущільнюють ґрунт котками до 0,85–0,9 від оптимальної щільності; обробляють ґрунт не раніше ніж за 12 год і не пізніше ніж 24 год органічними в'язучими речовинами з використанням однопрохідної ґрунтозмішувальної машини.

При влаштуванні основ і покриттів із застосуванням органічних в'язучих речовин способом змішування необхідно попереджувати

виникнення будь-яких дефектів. У зв'язку з цим необхідно добре знати можливі дефекти і причини їх виникнення, а саме:

- надмірна пластичність, наявність в окремих місцях деформацій і поява в'язучої речовини (жирної плями) на поверхні вказує на надлишок в'язучої речовини. Виправлення цього недоліку вимагає переробки бракованих місць, нового змішування і ущільнення з добавкою скелетних мінеральних матеріалів;

- груба, нерівна із великою кількістю раковин поверхня може бути через цілий ряд причин: надлишок крупних фракцій, погане зчеплення, застосування брудного мінерального матеріалу, несвоєчасне і нерівномірне ущільнення, розшарування суміші при укладанні встановлених важких котків. У цьому випадку корисно додати 2–3 % глинистого вапна;

- розтріскування з виникненням великої кількості дрібних або великих довгих тріщин. Причинами можуть бути: надлишок у суміші дрібних частин, недостатня кількість в'язучої речовини, несвоєчасне або надмірне ущільнення, ущільнення суміші надмірно важкими котками, незмінна основа. Виправляється додатковим укочуванням з попередньо розмитим бітумом і розсипанням крупних фракцій мінерального матеріалу;

- хвилеподібна поверхня вказує на: застосування суміші з надлишком дрібних часток та в'язучої речовини; незадовільну роботу укладальника; застосування досить важких котків. Виправляється додатковим укочуванням крупних мінеральних частин.

5.4.3. Технологія виконання робіт способом поверхневої обробки

Технологія одинарного поверхневого оброблення включає операції з підготовки поверхні покриття, розливання в'язучої речовини, розсипання кам'яного матеріалу і ущільнення. При подвійному або потрійному поверхневому обробленні останні три операції виконуються два або три рази.

Підготовка поверхні покриття полягає в тому, що перед обробленням її необхідно ретельно вирівняти, очистити від пилу та бруду і провести по ній попередній розлив рідкої в'язучої речовини (виконати підgruntовку). Для нового покриття підготовка зводиться до очищення від сторонніх предметів і дрібних кам'яних частин.

При вирівнюванні поверхні доводиться застосовувати ямковий ремонт. Якщо нерівності мають глибину не більш ніж 2 см, то в цьому

випадку достатньо очистити їх від пилу і бруду, обробити в'язучою речовиною і засипати дрібним кам'яним матеріалом з ретельним ущільненням котками або трамбівками. Якщо ж глибина виїмок більша ніж 2 см, необхідно попередньо обрубати краї з тим, щоб отримати вертикальні стінки. Після вичищення дна і стінок необхідно їх змастити шаром в'язучої речовини і заповнити щебенем. Далі ущільнюють щебеневу засипку з одночасним розливанням в'язучої речовини і додатковим внесенням більш дрібних фракцій кам'яного матеріалу.

Розливання в'язучого матеріалу виконують з використанням автогудронаторів (рис. 5.5) або спеціально обладнаних цистерн, що встановлюються на автомобілях. Роботи з розливання повинні виконуватись у суху і теплу погоду по сухій поверхні.



Рис. 5.5. Розливання в'язучої речовини автогудронатором

Ширина смуги розливання визначається довжиною розподільчої труби автогудронаторів і може становити 1–7 м. Суміжні смуги перекриваються не більше ніж на 10 см. Довжина смуги розливання приймається з таким розрахунком, щоб в'язуча речовина із автогудронатора була повністю розлита за один прохід без розворотів і зупинок. Виконання такої умови забезпечує найменшу кількість з'єднань при розливанні. Необхідно зазначити, що надлишок в'язучої речовини спричиняє (під час експлуатації влітку) розм'якшення шару поверхне-

вого оброблення і появу так званих жирних плям. Недостатня кількість в'язучого не забезпечує формування бітумно-кам'яного шару, що утворюється під час поверхневого оброблення і призводить до швидкого його руйнування.

Для того щоб витримати у місцях з'єднання задану норму в'язучого матеріалу, можна застосувати такий спосіб: в кінці смуги розливання на всю ширину і довжину 3–4 м укласти руберойд або фанерні щити, на які автогудронатор наїжджає і зупиняється так, щоб розподільча труба була над закритою ділянкою. Потім швидко закривають кран труби, а залишкова в розподільній системі в'язуча речовина витікає на руберойд або фанеру. При продовженні роботи на цій смузі автогудронатор знов виїжджає на закриту ділянку, зупиняється і після відкриття крана швидко розпочинає рухатися.

Довжину смуги розливання в'язучої речовини можна визначити за формулою

$$l_p = \frac{Q}{q_n \cdot b},$$

де Q – об'єм бака автогудронатора, л; q_n – норма розливання в'язучого л/м²; b – ширина смуги розливання.

Розсипання кам'яного матеріалу виконують відразу після розливання в'язучої речовини за допомогою спеціальних розподільовачів. Розподільовач повинен рухатись заднім ходом по розсипаному кам'яному матеріалу.

Ущільнення виконують котками з гладкими валками на пневматичних шинах і віброкотками. Кількість проходів котка приймають два–три по одному сліду після кожного розсипання. Склад бригади і засобів механізації для виконання поверхневої обробки приймають за розрахунком. Ведучою машиною є автогудронатор для розливання в'язучої речовини.

5.4.4. Технологія виконання робіт способом просочування

Технологія способу просочування складається з таких технологічних операцій: підготовка поверхні покриття або основи; первинне розсипання кам'яного матеріалу; ущільнення; розливання в'язучого матеріалу; вторинне розсипання кам'яного матеріалу; ущільнення після кожного розсипання; розливання в'язучого матеріалу після ко-

жного нового розсипання і ущільнення кам'яного матеріалу; поверхневе оброблення (для випадку влаштування покриття).

Підготовка поверхні покриття або основи виконується так само, як і при поверхневому обробленні.

Доставка і розподілення кам'яного матеріалу виконується засобами механізації, що забезпечують рівномірність розсипання.

Ущільнення розсипаного кам'яного матеріалу виконують спочатку легкими котками (5–6 т), а потім важкими (8–10 т) при мінімальній швидкості руху. Кількість проходів легкого котка приймають два-п'ять по одному сліду.

Розливання в'язучого матеріалу виконують автогудронаторами після закінчення ущільнення першого розсипання від середини до країв. При розливанні в'язуча речовина повинна проникати в пори просочуваного шару. Наступне розсипання кам'яного матеріалу виконують відразу після розливання, доки в'язучий матеріал не застиг. Кожне розсипання ущільнюють котками масою 8–10 т за чотири – п'ять проходи по одному сліду.

Заключним етапом роботи у випадку застосування способу просочування при будівництві покриття є влаштування поверхневої обробки.

Склад бригади і засобів механізації для виконання робіт з просочування є таким самим, як і при поверхневому обробленні.

5.4.5. Контроль якості виконання робіт

Властивості ґрунтів, що укріплені органічними в'язучими речовинами, слід контролювати шляхом взяття трьох–чотирьох проб на кожні 200–300 м ґрунту.

В'язкість бітумів і дьогтів контролюється шляхом взяття двох-трьох проб із кожного котла, а вміст бітуму в бітумній емульсії в кожному бітумовозі.

При контролі якості добавок із вапна і цементу визначають активність вапна і марку цементу.

У процесі укладання і ущільнення суміші контролю підлягають: об'єм і вологість привезеної суміші; товщина шару при розподіленні суміші; рівність і ступінь ущільнення; фізико-механічні властивості відібраних кернів, що були взяті з ущільнених шарів. Цей контроль необхідно виконувати через кожні 200 м укладеного шару укріпленого

грунту. При цьому ступінь ущільнення визначається у трьох точках: по осі і на відстані 0,5 м від краю смуги.

При влаштуванні покриття способом поверхневої обробки або просочуванням необхідно контролювати: норму витрат і рівномірність розсіпання мінеральних матеріалів; норму і рівномірність розливання в'язучих речовин та їхню температуру; завчасне розсіпання мінеральних матеріалів після розливання в'язучого матеріалу (при поверхневому обробленні).

Запитання та завдання для самоперевірки

1. З яких матеріалів можуть бути влаштовані основи під аеродромні покриття?
2. Які недоліки основ і покриттів з гравійних, щебених та шлакових основ без застосування в'язучих речовин?
3. Які робочі операції включає в себе технологія будівництва гравійних і щебених основ і покриттів?
4. Опишіть технологію ущільнення гравійних, щебених і шлакових основ і покриттів без застосування в'язучих речовин.
5. Як виконується організація та контроль якості виконання робіт при будівництві штучних основ і покриттів з гравійних, щебених і шлакових основ і покриттів без застосування в'язучих речовин?
6. Охарактеризуйте методи і технологію виконання робіт при укріпленні ґрунтів мінеральними в'язучими речовинами.
7. Яка технологічна послідовність оброблення великоуламкових і піщаних ґрунтів?
8. Опишіть, як виконується організація робіт при влаштуванні основ і покриттів із ґрунтів, що укріплені мінеральними в'язучими речовинами?
9. Які ви знаєте способи укріплення ґрунтів органічними в'язучими речовинами при будівництві аеродромів?
10. Опишіть технологію виконання робіт способом змішування при укріпленні ґрунтів органічними в'язучими речовинами.
11. Опишіть технологію виконання робіт способом поверхневої обробки.
12. Як визначається довжина смуги розливання в'язучої речовини?
13. Опишіть технологію виконання робіт способом просочування.
14. Як виконується контроль якості робіт при влаштуванні штучних основ і покриттів, що укріплені мінеральними та органічними в'язучими речовинами?

Розділ 6

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА НЕЖОРСТКИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

6.1. Загальні відомості про будівництво нежорстких аеродромних покриттів

При будівництві аеродромів в теперішній час широко застосовуються асфальтобетонні покриття.

Асфальтобетон – це матеріал, який складається із суміші щебеню (гравію), природного або подрібненого піску, мінерального порошку та бітуму.

Асфальтобетони залежно від виду кам'яного матеріалу, що використовується як крупний заповнювач, можуть бути щебеневі, гравійні та піщані. Залежно від вмісту бітуму в асфальтобетоні та температури укладання асфальтобетонних сумішей в конструктивні шари, асфальтобетони поділяються на види, що вказані в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Види асфальтобетонів, які застосовуються для аеродромного будівництва

| Вид суміші | Марка бітуму | Температура суміші при вкладанні в асфальтобетонні шари | |
|------------|--|---|---|
| | | без поверхнево-активних речовин | з поверхнево-активними речовинами |
| Гарячі | БНД 90/130, БНД 60/90, БНД 40/60 | 120 | 100 |
| Теплі | БНД 200/300, БНД 130/200, БГ 70/130, СГ 130/200 | 80 | 80 |
| Холодні | СГ 70/130, МГ 70/130 | Не нижче 5 °С весною і 10 °С восени | Не нижче 5 °С весною і 10 °С восени |

Покриття, які влаштовані з гарячих і теплих асфальтобетонних сумішей, швидко формуються та є досить міцними. Асфальтобетонні покриття швидко вводяться в експлуатацію після ущільнення.

Асфальтобетонна суміш після приготування має бути одразу вкладена в покриття. Холодні асфальтобетонні суміші можна готувати завчасно та при необхідності перевозити на великі відстані.

Покриття з холодного асфальтобетону є більш слизькими в дощову погоду і, як правило, вимагають поверхневого оброблення. На аеродромах холодний асфальтобетон використовують тільки на РД, МС та перонах при невеликих нормативних навантаженнях. Холодні асфальтобетони залежно від розміру кам'яного матеріалу можуть бути лише дрібнозернистими та піщаними.

Гарячі і теплі асфальтобетони залежно від найбільшого розміру зерен щебеню (гравію) поділяються на:

- крупнозернисті із зернами розміром до 40 мм;
- середньозернисті (розмір зерен до 20 мм);
- дрібнозернисті (розмір зерен до 10 мм).

Піщані асфальтобетони можуть містити зерна розміром до 5 мм.

Гарячі і теплі асфальтобетони залежно від їхнього призначення поділяються на:

- щільні (мають залишкову пористість 2,5–5 % та застосовуються у верхніх шарах покриття);
- пористі (мають залишкову пористість 5–10 % та застосовуються в нижніх шарах покриття).

Щільні асфальтобетони (гарячі та теплі) залежно від якості в них мінеральних матеріалів (міцності, класу, модуля пружності) та кількості щебеню (гравію) або піску поділяються на чотири марки (I, II, III і IV), а холодні – на дві марки (I і II).

Асфальтобетонні покриття можуть влаштовуватися з одного або декількох шарів. Одношарові покриття влаштовуються тільки на рівних і міцних основах із забезпеченням міцних зв'язків з поверхнею основи.

При будівництві аеродромів в більшості випадків застосовують двошарові та тришарові асфальтобетонні покриття. Одношарові покриття зазвичай мають товщину 4–6 см, двошарові – 8–11 см, тришарові – 12–15 см. Шари асфальтобетону, які є менші за 4 см, практично вклати не можна, оскільки вони швидко охолоджуються та виконання ущільнення стає практично неможливим.

Асфальтобетонні покриття широко застосовуються також для підсилення існуючих цементобетонних покриттів.

6.2. Транспортування та укладання асфальтобетонної суміші

Асфальтобетонна суміш транспортується від місця приготування (асфальтобетонного заводу) до місця укладання автосамоскидами.

При транспортуванні асфальтобетону необхідно зберігати його температуру (100–120 °С для гарячої суміші і 70–80 °С для теплої).

Час транспортування гарячої суміші за температури повітря вищій ніж 10 °С не повинен перевищувати 1,5 год., теплої – 2–2,5 год.

Транспортування асфальтобетонної суміші для будівництва аеродромних покриттів повинно здійснюватись у такому об'ємі, щоб забезпечити продуктивність роботи асфальтоукладача.

Необхідна кількість автосамоскидів, які забезпечують безперервну роботу асфальтоукладача, визначається за формулою

$$N = \frac{T \cdot P_a}{Q_a \cdot n},$$

де T – тривалість робочої зміни, год; P_a – продуктивність асфальтоукладача, т/год; Q_a – вантажопідйомність автосамоскида, т; n – число рейсів, що робить один автосамоскид.

Змінна продуктивність автосамоскида визначається за формулою

$$P_{\text{зм}}^{\text{авт}} = \frac{T_{\text{зм}} \cdot Q_a}{\left(\frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2} \right) + t_{\text{нр}}} \cdot k_r \cdot k_{\text{вп}},$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год; Q_a – вантажопідйомність автосамоскида, т; k_r – коефіцієнт використання робочого часу (в більшості випадків приймається рівним 0,9); $k_{\text{вп}}$ – коефіцієнт використання вантажопідйомності (в основному приймається рівним 0,95); l – дальність транспортування асфальтобетонної суміші від асфальтобетонного заводу до місця укладання, км; v_1 – швидкість руху автосамоскида, заповненого асфальтобетонною сумішшю, км/год; v_2 – швидкість

руху порожнього автосамоскида від місця приготування асфальтобетонної суміші до місця укладання асфальтобетонного покриття, км/год;
 $t_{\text{нр}}$ – час навантаження-розвантаження автосамоскида, год.

Потреба в асфальтобетонній суміші визначається за формулою:

$$Q = (q + \Delta q) \frac{F}{E},$$

де q – норма витрати матеріалів на вимірник E , т; Δq – поправка до норми витрат матеріалів, т; F – площа захватки, м²; E – вимірник.

Для укладання та ущільнення асфальтобетонної суміші в покриття повинна бути створена механізована ланка в складі самохідного асфальтоукладача, моторних котків, допоміжних машин і пристосувань за потреби.

У ланку для укладання гарячого або теплого асфальтобетону повинні бути включені один або два асфальтоукладачі та не менше трьох котків на кожен укладач (один легкий та два важкі), а також один коток на пневматичних шинах.

Укладання суміші повинно проводитись, як правило, смугами, які є паралельні осям ЗПС, РД і груповим МС, що забезпечує необхідну рівність у поздовжньому напрямі.

Ширина смуги, яка укладеється, залежить від ширини захвата асфальтоукладача. Зазвичай застосовують асфальтоукладачі з шириною захвата смуги до 7,5 м.

Довжина смуги укладання аеродромного покриття залежить від температури повітря і швидкості застигання асфальтобетону. Асфальтоукладач, пройшовши одну смугу, розвертається в початкове положення заднім ходом та вкладає суміжну смугу. При дуже коротких смугах укладання різко зменшується продуктивність роботи асфальтоукладача через втрати часу на розвертання або повернення в попереднє положення.

Довжина смуги укладання гарячої асфальтобетонної суміші, при якій забезпечується добре спряження двох сусідніх смуг, наведена в табл. 6.2.

Для кращого спряження країв раніш укладених смуг асфальтобетонне покриття необхідно розігрівати спеціальними нагрівачами.

Технологічний процес спряження смуг асфальтобетонного покриття з використанням спеціальних нагрівачів наведений на рис. 6.1.

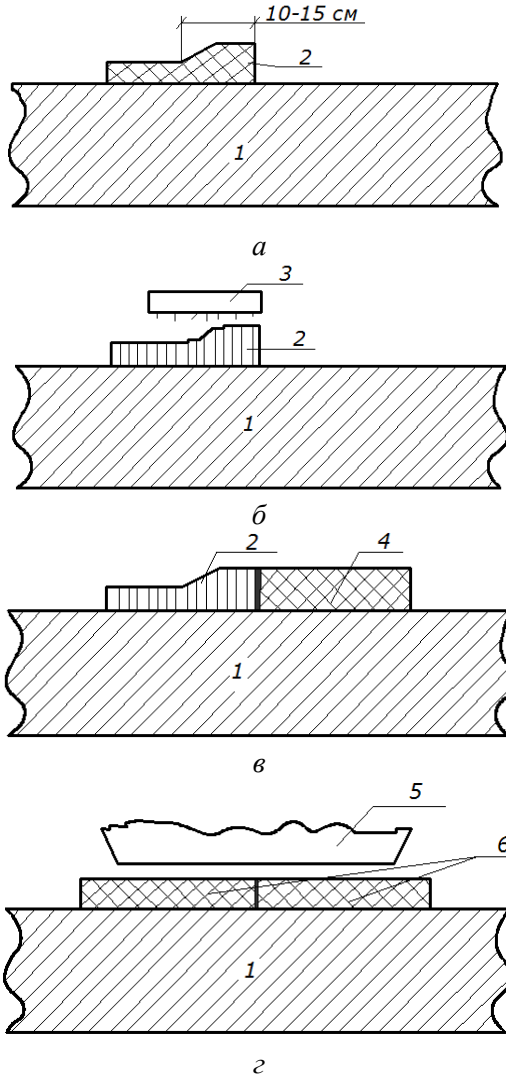


Рис. 6.1. Спряження смуг асфальтобетонного покриття із спеціальним розігрівом: *а* – недоуцільнений край першої смуги; *б* – нагрівання краю першої смуги; *в* – укладання другої смуги; *г* – одночасне ущільнення країв першої та другої смуги руху:

1 – основа; *2* – край першої смуги; *3* – спеціальний прилад для нагрівання; *4* – край другої смуги; *5* – коток; *6* – край першої і другої смуги після ущільнення

Таблиця 6.2

Довжина смуги укладання гарячої асфальтобетонної суміші

| Температура повітря, °С | Довжина смуги, що укладається, м | |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------|
| | Один асфальтоукладач | Два асфальтоукладачі |
| 5–10 | 25–30 | 60–70 |
| 10–15 | 30–50 | 70–80 |
| 15–20 | 50–70 | 80–100 |
| 20–25 | 70–80 | 100–150 |
| >25 | 80–100 | 150–200 |

Якщо довжина смуги укладання асфальтобетонної суміші є більшою за значення, що наведені в табл. 6.2, то суміш попереднього укладання застигає і без спеціальної обробки кромки країв смуги не буде забезпечувати хорошу стиковку смуг.

У зв'язку з цим, краї застиглої смуги обрубують вертикально по шнуру і змазують рідким бітумом або бітумною емульсією.

6.3. Ущільнення асфальтобетонних сумішей

Ущільнення асфальтобетонної суміші повинно розпочинатись після її укладання та розподілення.

Оптимальна температура ущільнення суміші на 60 °С вища за температуру розм'якшення в'язучої речовини, яка використовується в асфальтобетонній суміші.

Гаряча суміш є пластичною та легко й швидко ущільнюється. Зі зниженням температури, асфальтобетонна суміш зменшує ступінь ущільнення при одній і тій самій тривалості ущільнювального засобу.

При зниженні температури асфальтобетонної суміші від 100 °С до 70 °С кількість проходів зростає у три рази.

Ущільнення розпочинають від країв смуги до середини таким чином, щоб при наступному проходженні котка перекривався слід його проходу на 25–30 см. Ущільнення котками з металевими вальцями виконують в два етапи: спочатку легкими котками (масою до 8 т) виконують початкове ущільнення за 2–4 проходи, а потім важкими котками (масою 10–18 т) ущільнюють за 15–18 проходів.

При використанні вібраційних котків початкове ущільнення необхідно виконувати, не включаючи вібратор (2–3 проходи). Після цього включають вібратор і виконують 3–4 проходи. Кінцеве ущільнення

виконують за допомогою гладковальцевих котків (виконують 6–10 проходів).

При застосуванні котків на пневматичних шинах ущільнення асфальтобетонної суміші слід виконувати одним з таких способів:

– початкове ущільнення – гладковальцевими легкими котками (2–3 проходи), потім котками на пневматичних шинах (8–10 проходів); кінцеве ущільнення – важкими гладковальцевими котками (2–3 проходи);

– початкове ущільнення – котками на пневматичних шинах (10–12 проходів) і кінцеве – важкими гладковальцевими котками (3–4 проходи).

При влаштуванні двошарових асфальтобетонних покриттів розрив у часі між укладанням і ущільненням суміші в нижньому і верхньому шарі повинен бути не більше однієї доби.

Смуги, які укладаються у верхньому шарі, повинні бути приблизно на 1 м зміщені по відношенню до їх нижнього шару для того, щоб шви смуг не співпадали.

Ущільнення холодних асфальтобетонних сумішей необхідно виконувати самохідними котками на пневматичних шинах (6–10 проходів) і тільки при їх відсутності – моторними легкими котками (4–6 проходів).

Ущільнення холодних асфальтобетонних сумішей слід виконувати самохідними котками на пневматичних шинах (6–10 проходів) і тільки за їх відсутності – моторними легкими котками (4–6 проходів).

Укладання та ущільнення холодного асфальтобетону необхідно виконувати у суху погоду за температури повітря не нижче ніж 5 °С весною і 10 °С восени.

6.4. Організація робіт при будівництві асфальтобетонних аеродромних покриттів

Раціональна організація робіт при будівництві асфальтобетонних покриттів залежить від правильно вибраного основного технологічного процесу, довжини захватки, на якій виконується даний процес і послідовності виконання всіх інших процесів в загальному потоці при будівництві покриття.

Основним технологічним процесом при будівництві асфальтобетонних аеродромних покриттів є укладання і розподіл суміші з попереднім ущільненням.

Продуктивність асфальтоукладальника визначається за формулою:

$$П = h \cdot b \cdot V_p \cdot \gamma \cdot k_{ba},$$

де h – товщина шару асфальтобетону, м; b – робоча ширина шару асфальтобетону, м; V_p – робоча швидкість асфальтоукладальника (4 м/хв); γ – об’ємна маса асфальтобетону; k_{ba} – коефіцієнт використання асфальтоукладача, що залежить від довжини смуги укладання.

Для виконання робіт основного процесу (укладання асфальтобетонної суміші) та всіх інших технологічних операцій, довжину захватки краще за все приймати, виходячи із продуктивності за певний відрізок часу (1, 2, 3 доби).

На рис. 6.2 показана схема планування ділянки аеродрому на захватки, виходячи з добової продуктивності асфальтоукладальника.

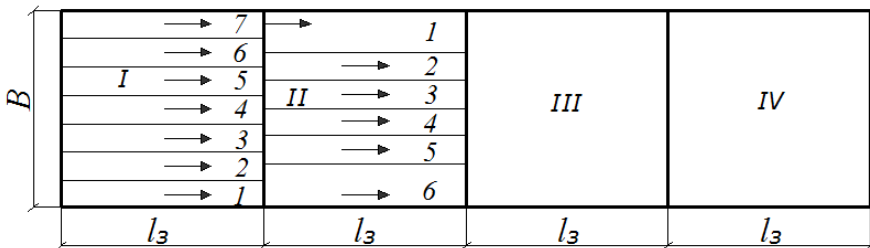


Рис. 6.2. Схема планування ділянки аеродрому на захватки, виходячи з добової продуктивності асфальтоукладальника:

I – укладання та ущільнення верхнього шару; II – укладання та ущільнення нижнього шару; III – обробка поверхні основи бітумними матеріалами; IV – підготовка поверхні основи; 1–7 – смуги укладання асфальтобетонного покриття; l_3 – довжина захватки; B – ширина елемента аеродрому

Роботу асфальтоукладальника доцільного організувати у дві зміни. Нижній шар аеродромного асфальтобетонного покриття необхідно укладати у другу (вечірню) зміну, а верхній – в ранкову.

6.5. Контроль якості виконання робіт

У процесі виконання робіт при влаштуванні асфальтобетонних покриттів перевіряють:

– якість підготовки основи (рівність, щільність, чистоту);

- температуру асфальтобетонної суміші та її товщину з урахуванням коефіцієнта ущільнення;
- режим ущільнення;
- якість спряження країв смуг;
- витримування поперечних ухилів.

Для визначення товщини покриття та фізико-механічних властивостей асфальтобетону, влаштованого в покриття, беруть проби (кери) – один кери на кожні 2000 м².

Зразки проб беруть через 10 діб після влаштування покриття із гарячих і теплих асфальтобетонних сумішей і 30 діб – для холодних сумішей.

Відповідність ширини, товщини та поперечного профілю перевіряють через кожні 100 м покриття, а довжину – по осях ЗПС, РД і МС.

Відхилення допускаються при влаштуванні покриттів комплектом машин без автоматичної системи забезпечення якості:

- ширина ± 10 см;
- товщина ± 10 %, але не більше ніж 10 мм;
- висотні відмітки по осі ± 2 см ;
- проміжок під триметровою рейкою повинен бути не більше ніж 5 мм.

При влаштуванні покриттів комплектом машин з автоматичною системою забезпечення якості допускаються такі відхилення:

- ширина ± 5 см;
- товщина ± 5 %;
- висотні відмітки по осі ± 1 см;
- проміжок між триметровою рейкою – не більше ніж 3 мм.

Відхилення поперечних ухилів для двох випадків можуть бути в межах ± 5 %.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Що таке асфальтобетон?
2. Як поділяються асфальтобетони залежно від виду кам'яного матеріалу, що використовується як крупний заповнювач?
3. На які види поділяються асфальтобетони залежно від вмісту бітуму та температури укладання асфальтобетонних сумішей в конструктивні шари?
4. Яким чином залежить довжина смуги укладання гарячої асфальтобетонної суміші від температури повітря?

5. Охарактеризуйте технологічний процес транспортування та укладання асфальтобетонної суміші в аеродромне покриття.
6. За якою формулою визначається необхідна кількість автосамоскидів, які забезпечують безперервну роботу асфальтоукладача?
7. Як визначити змінну продуктивність автосамоскида при транспортуванні асфальтобетонної суміші?
8. Що являє собою технологічний процес спряження смуг асфальтобетонного покриття з використанням спеціальних нагрівачів?
9. Опишіть технологічний процес ущільнення асфальтобетонних сумішей.
10. Як визначається та від чого залежить продуктивність асфальтоукладальника?
11. Наведіть схему планування ділянки аеродрому на захватки, виходячи з добової продуктивності асфальтоукладальника.
12. Які параметри перевіряють в процесі виконання робіт при влаштуванні асфальтобетонних покриттів?
13. Як визначається потреба в асфальтобетонній суміші при влаштуванні нежорсткого аеродромного покриття?
14. Які значення відхилень допускаються при влаштуванні асфальтобетонних покриттів комплектом машин:
 - без автоматичної системи забезпечення якості;
 - з автоматичною системою забезпечення якості?

Розділ 7

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА ЖОРСТКИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

7.1. Загальні положення про цементобетонні покриття

Цементобетонні монолітні покриття неармовані і армовані (армобетонні і звичайні залізобетонні) мають одну загальну назву – цементобетонні, що вкладаються в один або два шари.

Технологія будівництва всіх вказаних різновидів покриттів є загальною. Влаштовують ці покриття у звичайних літніх умовах за середньодобової температури повітря вищої 5 °С. За більш низьких температур необхідні спеціальні заходи для забезпечення умов твердіння і набору міцності цементобетону.

Цементобетонні покриття розділяють поздовжніми і поперечними швами, що влаштовуються в процесі будівництва на окремі плити прямокутної форми. Розміри плит у плані і товщину встановлюють розрахунком при проектуванні та вказують на плані роздавання плит аеродромних покриттів (рис. 7.1). Конструкції жорсткого аеродромного покриття та деформаційних швів наведені на рис. 7.2–7.7.

У швах цементобетонних покриттів влаштовують з'єднання по всьому периметру плити або тільки по поздовжніх сторонах, залишаючи поперечні шви наскрізними.

Можливе також вкладання плит наскрізними швами по всьому периметру. Конструкції стикових з'єднань, як правило, бувають штирові або шпунтові.

Конструкція цементобетонних покриттів дозволяє застосовувати звичайний рейковий комплект бетоноукладальних машин і комплект високопродуктивних машин на гусеничному ході, що забезпечують повну механізацію всіх технологічних процесів.

Технологія будівництва цементобетонних покриттів звичайним рейковим комплектом машин складається з таких процесів:

- кінцева підготовка ґрунтової основи;
- встановлення рейко-форм для переміщення бетоноукладальника;
- розкладання рулонного матеріалу по поверхні основи;
- виготовлення і встановлення опалубки і елементів стикових з'єднань;

- заготовка і вкладання арматури;
- транспортування, вкладання і ущільнення суміші покриття;
- нарізка і заповнення деформаційних швів;
- догляд за свіжоукладеним цементобетоном;
- зняття рейкоформ і опалубки.

При влаштуванні таких покриттів машинами на гусеничному ході технологічні процеси по встановленню рейко-форм і опалубки, а потім зняття їх після бетонування відпадають, але виникає необхідність у встановленні направляючих струн.

Якщо покриття влаштовують із неармованого цементобетону, то відпадає необхідність у заготовці і вкладанні арматури.

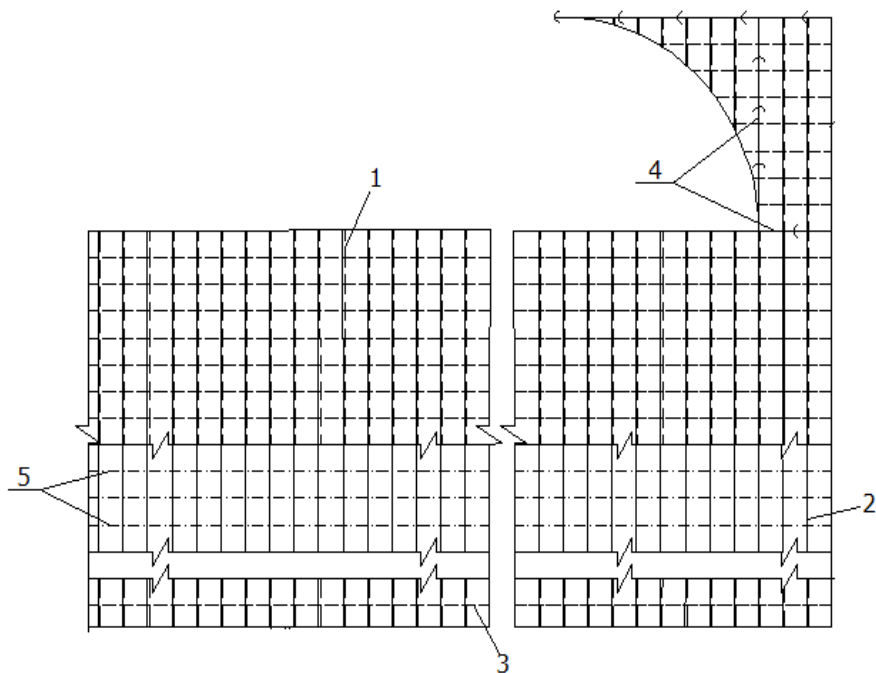


Рис. 7.1. План розкладання плит аеродромного покриття:

- 1 – шпунтовий шов стискання; 2 – наскрізний шов стискання; 3 – хвбний шов стискання зі штирями; 4 – наскрізний шов розширення з крайовим армуванням плит; 5 – несправжній шов стискання

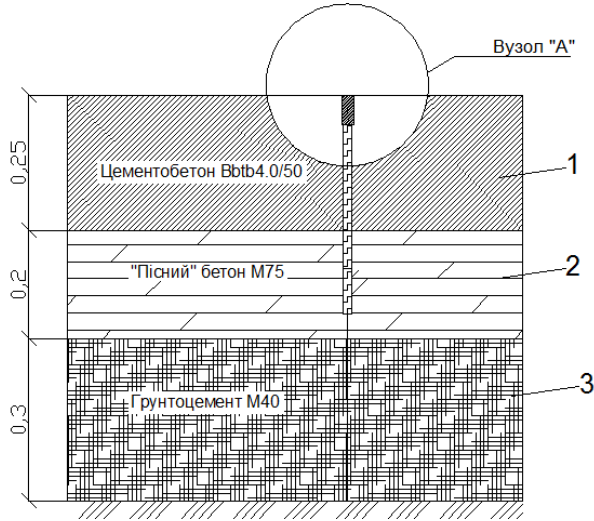


Рис. 7.2. Конструкція жорсткого аеродромного покриття:
1 – цементобетон; 2 – пісний бетон; 3 – грунтоцемент

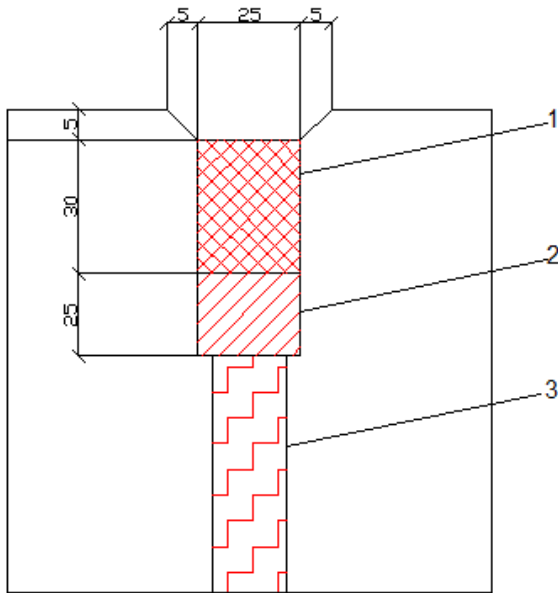


Рис. 7.3. Конструкція деформаційного шва (вузол «А» до рис. 7.2)
1 – заповнювач швів; 2 – ущільнювач; 3 – дощата прокладка

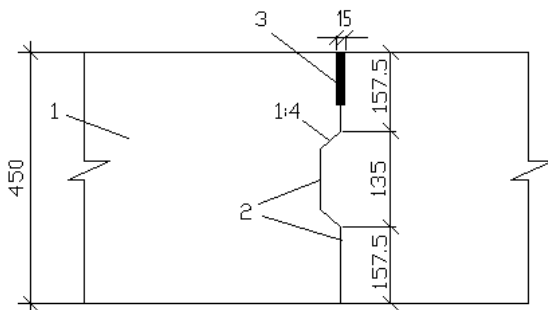


Рис. 7.4. Шпунтовий шов стискання:
 1 – плита покриття; 2 – обмазування грані плити бітумом; 3 – паз шва, заповнений герметичним матеріалом

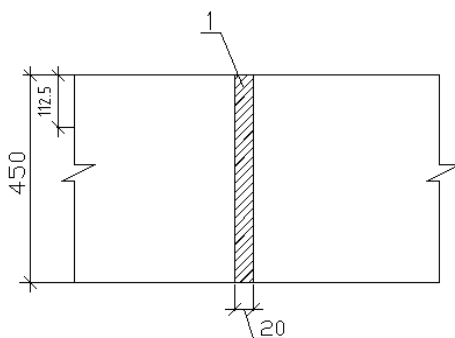


Рис. 7.5. Наскрізний шов розширення:
 1 – дерев'яна прокладка

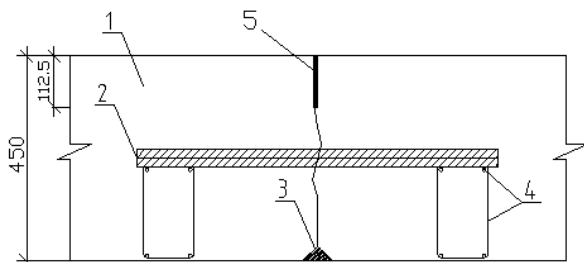


Рис. 7.6. Хибний шов стиснення зі штирями:
 1 – плита аеродромного покриття; 2 – прямий штир, обмазаний бітумом на всю довжину; 3 – дерев'яна прокладка; 4 – установчі каркаси; 5 – паз шва, заповнений герметичним матеріалом

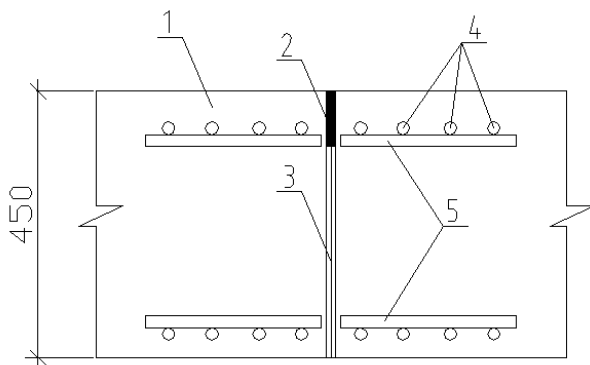


Рис. 7.7. Наскрізний шов розширення з крайовим армуванням плит:
 1 – плита аеродромного покриття; 2 – паз шва, заповнений герметичним матеріалом; 3 – дерев'яна прокладка; 4 – робоча арматура; 5 – розподільна арматура

Цементобетонне покриття споруджується потоковим методом з використанням комплекту машин, що рухаються по попередньо встановленим автокраном рейко-формам. Рейко-форми мають висоту 20–28 см та довжину 4 м.

7.2. Вимоги до цементобетону і матеріалів, що складають цементобетонну суміш

Цементобетон являє собою матеріал, що отримують в результаті розрахунку певної кількості крупного (щебеню, гравію) і дрібного (піску) заповнювача, в'язучого матеріалу (цементу) і води.

У практиці при будівництві аеродромних покриттів, як правило, застосовують портландцемент, як найбільш морозостійкий, а також спеціальні його види: пластифікований, гідрофобний та ін.

Як дрібний заповнювач використовують природні кварцові і польово-шпатові піски, а також продукти штучного подрібнення із твердих кам'яних порід.

За міцністю на розтяг при згинанні і стисканні зразки цементобетонну розділяють на марки і класи (табл. 7.1).

Для зручного укладання цементобетонної суміші визначають показник рухливості або жорсткості. Для цього вона повинна відповідати вимогам, а саме: при ущільненні покриття бетоноукладальними машинами ве-

личина осідання конуса (рухливість) має становить не більше ніж 2 см, а жорсткість за стандартним віскозиметром не менше 15 с.

Таблиця 7.1

Марки та класи бетону на міцність при будівництві жорстких аеродромних покриттів

| Вид покриття | Клас бетону на міцність | Марка бетону на міцність, кгс/см ² | |
|--|-------------------------|---|--------------|
| | | На розтяг при згинанні | На стискання |
| Одношарове і верхній шар двошарового | B22,5 | 40 | 300 |
| | B25 | 45 | 350 |
| | B30 | 50 | 400 |
| | B37,5 | 55 | 500 |
| Нижній шар двошарового | B20 | 35 | 250 |
| | B22,5 | 40 | 300 |
| | B25 | 45 | 350 |
| Основи удосконалених капітальних покриттів | B5 | 15 | 75 |
| | B7,5 | 20 | 100 |
| | B10 | 25 | 150 |
| | B15 | 30 | 200 |
| | B20 | 35 | 250 |

Вимоги до цементобетонів за морозостійкістю (M_{p3}) залежно від кліматичних (температурних) умов і виду покриттів наведені в табл. 7.2.

Пісок. Кращими пісками для цементобетонну є крупно- і середньозернисті з модулем крупності не меншим ніж 2. Вміст глини, мулу і крейди, допускається не більше ніж 2 % за масою в природному піску і не більше ніж 5 % в подрібненому піску.

Щебінь і гравій. Кількість крупного заповнювача (щебеню, гравію) в цементобетоні становить 45–60 %. Найбільший розмір зерен щебеню або гравію не повинен перевищувати: 20 мм для верхнього шару двошарового покриття; 40 мм для одношарового і нижнього шару двошарового покриття і 70 мм для основ удосконалених капітальних покриттів.

Марки бетону за морозостійкістю

| Вид покриття | Марка бетону за морозостійкістю за середньомісячної температури повітря найбільш холодного місяця | | |
|--|---|---------------------|--------------|
| | від 0 °С до 5 °С | від -5 °С до -15 °С | нижче -15 °С |
| Одношарове і верхній шар двошарового | 100 | 150 | 200 |
| Нижній шар двошарового | 50 | 75 | 100 |
| Основи удосконалених капітальних покриттів | 25 | 50 | 50 |

Для забезпечення постійного гранулометричного складу і однорідності цементобетонної суміші щебінь або гравій слід застосовувати роздільними фракціями: 5–10 і 10–20 мм при найбільшому розмірі зерен 20 мм; 5–20 і 20–40 мм при найбільшому розмірі зерен 40 мм; 5–40 і 40–70 мм при найбільшому розмірі зерен 70 мм.

Вода. Для приготування та поливання цементобетону може застосовуватися будь-яка вода, що є придатною для пиття. Промислові, стічні та болотні води можуть бути придатні тільки після їхньої перевірки при дотриманні таких вимог: загальний вміст розчинних солей – не більше 500 мг/л, а іонів розчинних солей SO_4 – не більше 2700 мг/л, водневий показник рН повинен бути не меншим ніж 4.

Арматура. Для армування цементобетонних аеродромних покриттів як робочу арматуру застосовують арматурну сталь періодичного профілю класу А-II. Як монтажну, конструктивну та розподільчу арматуру, а також для елемента стикових з'єднань застосовують арматурну сталь класу А-I.

Матеріали для заповнення швів. Для заповнення швів використовують цілий ряд матеріалів: бітумні мастики, руберойд, деревину, толь. Термостійкість та текучість – це основні показники, які характеризують якість мастик та визначають придатність їх до застосування.

7.3. Підготовка основи, влаштування роздільних прошарків, установка рейко-форм і опалубки

Підготовка піщаної і піщано-гравійної основи складається з двох етапів: першого – основного, що складається із обробки ґрунтової основи, підвезення, розподілення і ущільнення піску, і другого – кінцеве планування і ущільнення піщаного шару і влаштування роздільних прошарків. Перший етап виконується до, а другий – після встановлення рейко-форм.

Для переміщення бетоноукладальних машин у процесі вкладання цементобетонної суміші встановлюють спеціальні рейки-форми, які служать одночасно опалубкою для формування бокових стінок плити. Верхня відмітка головки рейки-форми повинна бути на рівні верху покриття.

Після встановлення рейко-форм піщану основу планують і ущільнюють. Планування та ущільнення піщаної основи виконують профілювальником (рис. 7.8).



Рис. 7.8. Профілювальник

По основі проектом може передбачатися влаштування розподільних прошарків із бітумно-піщаних шарів, руберойду, поліетиленових плівок або геотекстилю. Ці прошарки призначені для зменшення температурних напружень між основою і покриттям шляхом зменшення сил тертя і запобігання витіканню цементного молока із бетону.

Технологічна схема влаштування основи профілювальником із піску, укріпленого цементом, наведена на рис. 7.9.

Заключний етап перед бетонуванням – встановлення приставної опалубки, прокладок і елементів з'єднання. Конструкція опалубки визначається формою плити у плані і типом стиків.

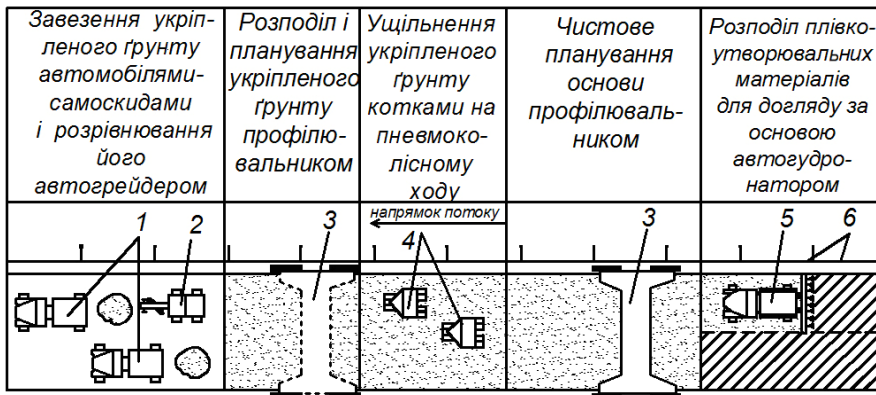


Рис. 7.9. Технологічна схема влаштування основи профілювальником із піску, укріпленого цементом:

1 – автомобілі-самоскиди; 2 – автогрейдер; 3 – профілювальник; 4 – котки на пневмоколісному ході; 5 – автогудронатор; 6 – копірні струни

При механізованому укладанні цементобетону роль опалубки виконують рейко-форми, але якщо поздовжні шви не наскрізні, а влаштовуються у вигляді шпунтового з'єднання, то доводиться застосовувати приставну дерев'яну опалубку. Для недопущення зчеплення опалубки з цементобетоном і полегшення зняття її після бетонування, поверхню опалубки зі сторони бетону змазують маслом або іншими речовинами.

При влаштуванні швів стиснення із шпунтовим з'єднанням (рис. 7.10, а) всі грані шпунта змащують розігрітим бітумом шаром 1–1,5 мм.

Шви розширення із штиривим з'єднанням виконують таким чином: один кінець штиря до середини обмазують шаром розігрітого бітуму в шахматному порядку і потім на оброблені кінці штирів надівають гумові або металеві гільзи (ковпачки) (рис. 7.10, б).

Приблизний час зняття опалубки повинен бути не менше 18 год після укладання цементобетонної суміші в покриття при температурі повітря вищій ніж 15 °С і не раніше чим через 24 год за температури нижчої за 15 °С.

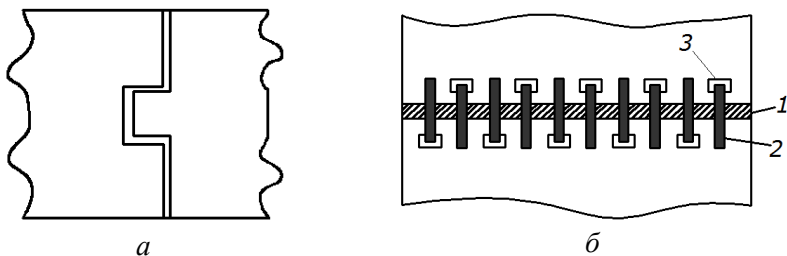


Рис. 7.10. Влаштування швів:
a – шов стиснення зі шпунтовим з'єднанням; *б* – шов розширення
 зі штировим з'єднанням:
 1 – дошка; 2 – металевий штир; 3 – ковпачок

Рейко-форми та опалубку знімають за допомогою лома-лапки. Після зняття опалубки оголені грані плит засипають піском та покривають плівкоутворювальним матеріалом.

7.4. Арматурні роботи при влаштуванні цементобетонних покриттів

До складу арматурних робіт при будівництві армованих жорстких аеродромних покриттів входять: заготовка стрижнів, виготовлення сіток і каркасів, їх перевезення і встановлення в конструкцію плит покриття. Конструкція арматурного каркасу при будівництві аеродромного покриття наведена на рис. 7.11.



Рис.7.11. Конструкція арматурного каркасу при будівництві аеродромного покриття

Усі роботи із заготовки стрижнів і виготовлення сіток та каркасів виконують спеціальними арматурними і зварними станками. Сітки і каркаси виготовляють з допомогою електрозварки контактним способом, зварюючи певні точки перетину арматурних стрижнів, що вклені в проекті конструкції плит покриття.

У процесі укладання сіток і каркасів необхідно слідкувати за розміщенням арматурних стрижнів за товщиною покриття. Відхилення висотного розміщення арматури від проектного повинно бути не більше 10 мм при обов'язковому збереженні мінімальної товщини захисного шару.

При монтажі арматурних сіток і каркасів попередньо вкладають на підготовлену основу підкладки розміром 25×25 см із цементобетону або розчину, що має міцність не нижчу ніж міцність цементобетонного покриття. Кількість і товщина прокладок визначається проектом залежно від жорсткості каркаса і товщини захисного шару. Слід зазначити, що розкладання підкладок виконується з метою створення правильного захисного шару.

7.5. Транспортування, укладання та ущільнення цементобетонної суміші

Цементобетонна суміш транспортується автомобілями-самоскидами від центрального бетонного заводу до місця укладання в покриття. Тривалість транспортування цементобетонної суміші повинна бути не меншою ніж період часу до початку схоплювання з урахуванням необхідного часу на укладання та ущільнення.

Маршрут руху бетоновозів повинен призначатися із розрахунку максимального використання раніше укладених смуг аеродромного покриття, по яких рух допускається після набирання цементобетоном міцності при стисканні не менше ніж 60 % від проектної.

У цьому випадку обов'язково роблять з'їзди з укладених плит шляхом влаштування дерев'яних пандусів, а також кам'яних відміток.

Рух автомобілів по підготовленій основі при бетонуванні допускається тільки у тому випадку, коли на поверхні основи не залишається колій від проїзду. Якщо колії утворюються, то необхідно влаштовувати переносні щити або металеві і навіть легкі збірно-розбірні колійні залізобетонні плити. Якщо це зробити неможливо, то необхідно виконати повторне планування і ущільнення основи.

Укладання цементобетонної суміші складається із розподілення її по ширині бетонованої смуги, ущільнення і обробки поверхні. Дана технологічна операція виконується за допомогою бетоноукладальних машин чи розподілювачів цементобетонної суміші (рис. 7.12).



Рис.7.12. Бетоноукладальник для влаштування цементобетонного аеродромного покриття

При виборі схеми укладання цементобетонної суміші враховують можливість руху бетоновозів по основі, терміни твердіння бетону, кількість перестановок рейок-форм і бетоноукладального обладнання, необхідності відведення поверхневих вод у процесі влаштування покриття.

Розподіл цементобетонної суміші повинно бути рівномірним, в необхідній кількості і без порушення її однорідності. У процесі розподілення необхідно слідкувати за точним збереженням положення арматурних каркасів, елементів стикових з'єднань і опалубки.

Розрив у часі розподілення цементобетонної суміші нижнього і верхнього шару залежить від температури повітря і властивостей суміші, що укладається. Ця величина встановлюється у лабораторних умовах і може приблизно становити до 3 год за температури повітря до 15 °С, 2 год за температури $t = 15-20$ °С і 1 год за температури $t = 25-30$ °С.

Цементобетонну суміш ущільнюють бетоноукладальником на гусеничному ходу, обробляють відразу за її розподілом і закінчують до початку твердіння.

Технологічна схема із влаштування цементобетонного аеродромного покриття наведена на рис. 7.13–7.14.

Остаточне налаштування робочих органів бетоноукладальника необхідно виконувати при пробному попередньому бетонуванні. На початку укладання цементобетонної суміші необхідно ретельно контролювати геометричні параметри, рівність поверхні та якість кромок свіжоукладеного цементобетонного покриття.

Відстані між боковими формами (опалубкою) необхідно влаштувати на 2–4 см меншими від проектної ширини покриття.

7.6. Влаштування деформаційних швів

Поздовжні шви стиснення зі шпунтовим з'єднанням влаштовують з використанням приставної опалубки, що прикріплюється до вертикальних граней рейок-форм. Паз у верхній частині цих швів нарізають у твердому або роблять у свіжоукладеному цементобетоні. Елементи опалубки поперечних швів стиснення встановлюють до бетонування. Елементи швів розширення (дощати, прокладки, штирі) встановлюють і закріплюють в проектному положенні до бетонування, а пази над дерев'яними прокладками нарізають тільки в твердому бетоні.

Шви у затверділому бетоні нарізаються спеціальними нарізчиками швів.

Після нарізання швів у затверділому цементобетоні вони повинні бути ретельно просушені, очищені і відразу заповнені герметичними матеріалами (рис. 7.15).

Момент початку нарізання швів залежить від швидкості твердіння цементобетону. Необхідно, щоб цементобетон мав достатню міцність (не менше 100 кгс/см² при стисненні) для того, щоб бетон при влаштуванні шва не руйнувався. З іншого боку, з метою попередження утворення усадкових і температурних тріщин у покритті, нарізання швів слід виконувати якомога раніше. Досвід показав, що у літніх умовах за середніх температур 20–25 °С шви можна і потрібно нарізати через 10–20 год. Послідовність нарізання швів встановлюється, виходячи із принципів поступового скорочення довжини смуги бетонування, тобто готову смугу спочатку розрізають на дві рівні частини, потім кожен частину знову навпіл і так до необхідних розмірів плит.



Рис. 7.13. Технологічна схема влаштування цементобетонного аеродромного покриття (початок)

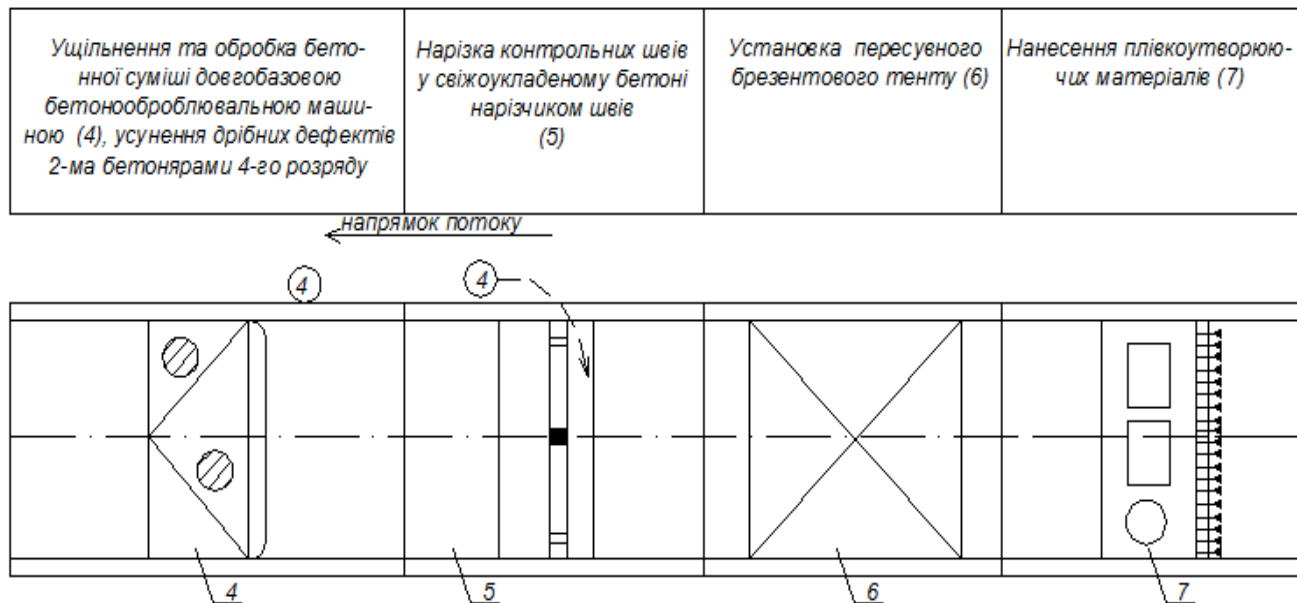


Рис. 7.14. Технологічна схема влаштування цементобетонного аеродромного покриття (закінчення)



Рис. 7.15. Заповнення швів герметичним матеріалом в аеродромному покритті

7.7. Догляд за свіжоукладеним цементобетоном

Догляд за свіжоукладеним цементобетоном виконується в два або три етапи. Перший етап продовжується від моменту закінчення обробки поверхні покриття до початку твердіння. Другий етап – від початку твердіння (закінчення першого етапу) до набору 60–70 % міцності. Тривалість цього етапу становить 8–15 діб для місцевості із сухим кліматом. Третій етап продовжується приблизно 12–15 діб від моменту закінчення другого етапу до моменту повного набору міцності бетоном.

На першому етапі догляду основна задача полягає в тому, щоб зупинити або значно уповільнити швидке випаровування води з метою недопущення утворення усадкових тріщин. У зв'язку з цим, покриття накривають тентами, щитами, водонепроникними матеріалами і зволожують шляхом розпилення води.

На другому етапі догляду за свіжоукладеним цементобетонним покриттям тенти та рулонні матеріали знімають і на поверхню бетону наносять плівкоутворювальні матеріали, що мають високі паро-водоізоляційні властивості та еластичність.

При відсутності плівкоутворювальних матеріалів на другому етапі догляду за бетоном у винятковому випадку застосовують вологий пісок чи супісок. Товщина такого шару повинна бути не меншою ніж 5–6 см, а в районах з теплим кліматом до 10–15 см.

На третьому етапі догляду за бетоном після формування плівки на поверхні покриття бетон вкривають термоізоляційним матеріалом.

7.8. Організація робіт при будівництві цементобетонних аеродромних покриттів

Організація робіт при будівництві цементобетонних покриттів залежить від прийнятої схеми бетонування.

При механічному укладанні цементобетонної суміші можуть застосовуватися дві основні схеми бетонування: поздовжня і поздовжньо-ділянкова без застосуванням та із застосуванням маякових рядів (рис. 7.16, *а, б*).

Бетонування без маякових рядів виконується шляхом укладання цементобетону паралельними смугами, що примикають одна до одної, розпочинаючи від одного краю до другого або від середини до краю (рис. 7.16, *а*). У цьому випадку довжина смуг вкладання цементобетонної суміші (довжина захватки) визначається із умови, щоб до моменту бетонування сусідньої смуги раніше вкладений цементобетон мав міцність не меншу ніж 60 % від проектної, що допускає рух бетоновозів і комплекту бетоноукладальних машин.

При бетонуванні з маяковими рядами, які є напрямними і фіксують відмітки покриттів, цементобетон вкладають смугами через один або декілька рядів (рис. 7.16, *б*).

Кількість маякових рядів призначається залежно від довжини ділянки, що бетонується, темпу робіт та термінів витримування цементобетону для проїзду автомобілів та бетоноукладальної машини.

Довжина ділянки бетонування повинна забезпечувати необхідну міцність цементобетону для проходу бетоноукладальної машини та проїзду автотранспорту.

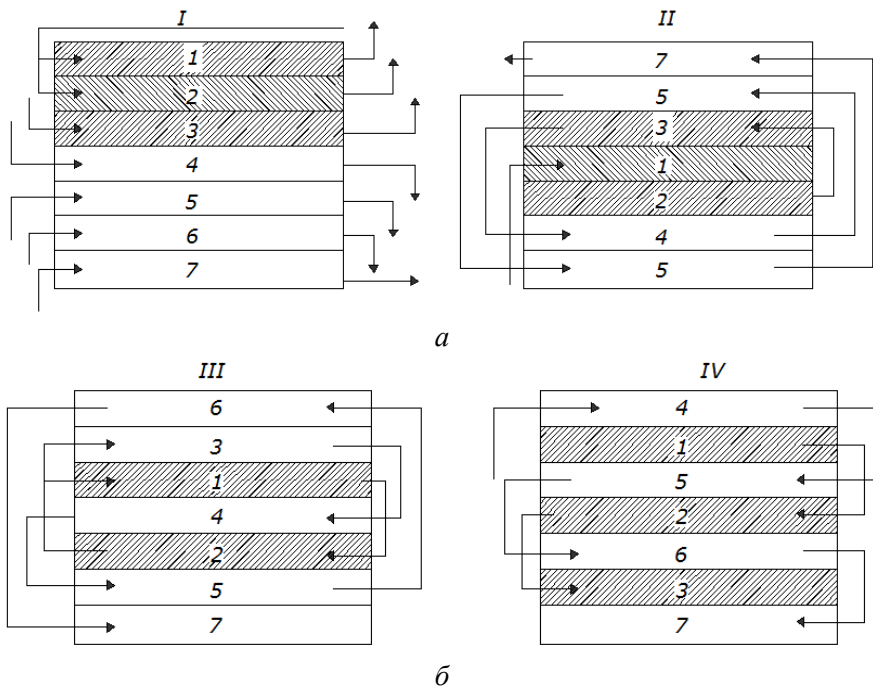


Рис. 7.16. Схема бетонування смуг покриттів:
a – без маякових рядів; *б* – з маяковими рядами:

I – бетонування від узбіччя без маякових рядів; *II* – бетонування від середини без маякових рядів; *III* – бетонування з двома маяковими рядами;
IV – бетонування з трьома маяковими рядами

Ця умова диктує мінімально допустиму довжину захватки, яка визначається за формулою:

$$L = \frac{T \cdot \tau}{2 \cdot b \cdot n},$$

де T – продуктивність бетоноукладальної машини, м²/добу; τ – час набирання міцності цементобетону, коли дозволяється проїзд бетоноукладальної машини, доба; b – ширина одного ряду бетонування, м (7; 7,5 м); n – кількість прийнятих маякових рядів з двостороннім бетонуванням.

7.9. Будівництво збірних аеродромних покриттів

При застосуванні збірних аеродромних покриттів під час будівництва аеродромів на місці будівництва передбачається виконання тільки їх монтажу з малими витратами праці.

Збірні аеродромні покриття збирають із попередньо-напружених залізобетонних плит, найкращими з яких за економічними показниками, а також за тріщиностійкістю та довговічністю є ПАГ-14, що мають розміри в плані 6×2 м та товщину 14 см та ПАГ-18 з розмірами в плані 6×2 м та товщиною 18 см (рис. 7.17). Індекс ПАГ означає, що плита аеродромна гладка. Маса однієї плити ПАГ-14 становить 4,2 т, а ПАГ-18 – 5,4 т.



Рис. 7.17. Плити аеродромні гладкі (ПАГ-14)

Плити на об'єкт будівництва доставляють, як правило, залізничним транспортом. Для транспортування збірних плит можна використовувати будь-які транспортні засоби, що задовольняють умови вантажопідйомності та габаритів. В автомобілях великої вантажопідйомності допускається перевезення не більше трьох плит, між яким влаштовується підкладка товщиною 3–4 см на відстані 1 м одна від одної. Основними механізмами при виконанні розвантажувальних робіт є

самохідні крани. Основні вимоги до готових плит типу ПАГ наведені в табл. 7.3.

Для приймання та зберігання плит ПАГ на об'єктах вздовж підготовленої основи ЗПС, РД чи МС на спеціальних площадках організують складування плит. Площадки для складання плит повинні мати ухил $i = 0,02-0,03$ та повинні бути ущільнені.

Таблиця 7.3

Вимоги технічних умов до готових плит типу ПАГ

| Параметри плит, що контролюються | Вимоги до плит ПАГ |
|-------------------------------------|--|
| Геометричні розміри | Відхилення від проектних розмірів не повинні перевищувати: по довжині ± 6 мм по ширині ± 5 мм по товщині захисного шару бетону для нижньої та верхньої арматури ± 3 мм за розташуванням стикових скоб: в плані ± 5 мм за висотою ± 3 мм по виступу за межі плити ± 2 мм |
| Геометрична форма | Різниця довжин діагоналей не повинна перевищувати 12 мм |
| Зовнішній вигляд та якість поверхні | Робоча поверхня плит повинна бути рівною та мати деяку шорсткість, утворену капроною щіткою чи брезентовою стрічкою. Не допускається лушення поверхні та тріщини будь-якого походження |

Усі плити, які завозяться на об'єкт будівництва, необхідно відсортувати за якісними показниками на три групи:

- 1) плити без дефектів;
- 2) плити з незначним відхиленням від технічних умов;
- 3) плити зі значними дефектами.

Плити третьої групи не можуть використовуватися як покриття.

Монтаж плит – найбільш складна та трудомістка технологічна операція. Збірні аеродромні плити укладають на вирівнювальний шар із піскоцементної суміші.

Плити в покриття укладають довгою стороною вздовж основного напрямку руху повітряних суден. При цьому перед укладанням ПАГ в покриття виконують ґрунтування бічних граней плит для забезпечення кращого зчеплення з ними герметичного матеріалу швів.

Укладання плит виконують самохідними кранами на пневмоколісному ходу.

При укладанні плит на піщану основу широко застосовують вібропросідання, що забезпечує щільне та рівномірне прилягання плит до основи. Після укладання плит виконують вібропросідання та вирівнювання плит за допомогою вібропросадочної машини.

При укладанні збірних плит аеродромних покриттів найбільша продуктивність досягається у випадку, коли виконується прийом: плити краном знімають з автомобіля-самоскида та поворотом стріли наводять на місце укладання; плиту опускають вниз до рівня, щоб її підшва була на 3–5 см нижчою за поверхню укладених суміжних плит; поворотом стріли поздовжню грань приводять в дотик з поздовжньою гранню уже укладеної плити; плиту опускають на основу. Технологічна схема на влаштування покриття із ПАГ-18 наведена на рис. 7.18.

Після вібропросідання виконують зварювання стикових скоб. Якщо проміжок між зварювальними стиковими скобами не перевищує 4 мм, то зварювання виконують одним неперервним швом. Якщо проміжок перевищує 4 мм, то на них укладають додатковий стрижень діаметром на 2–3 мм більшим за ширину зазору та зварювання виконують двома швами.

Після зварювання стикових з'єднань шви ретельно очищають від пилу та бруду, а потім заливають мастикою. Роботи із влаштування збірного покриття організуються, як правило, в дві зміни. Довжина змінної захватки при укладанні плит в три ряди має дорівнювати 200–240 м.

7.10. Контроль якості виконання робіт

Перед укладанням цементобетонної суміші в покриття перевіряють: якість підготовки основи (відповідність проектним відміткам, рівність, суцільність); правильність розміщення рейок-форм, опалубки, арматурних каркасів; якість обмазки опалубки. Якість цементобетонної суміші контролюють на рухомість (жорсткість) на заводі не менш ніж 2 рази на зміну і на місці укладання на кожні 100 м укладального ряду покриття.

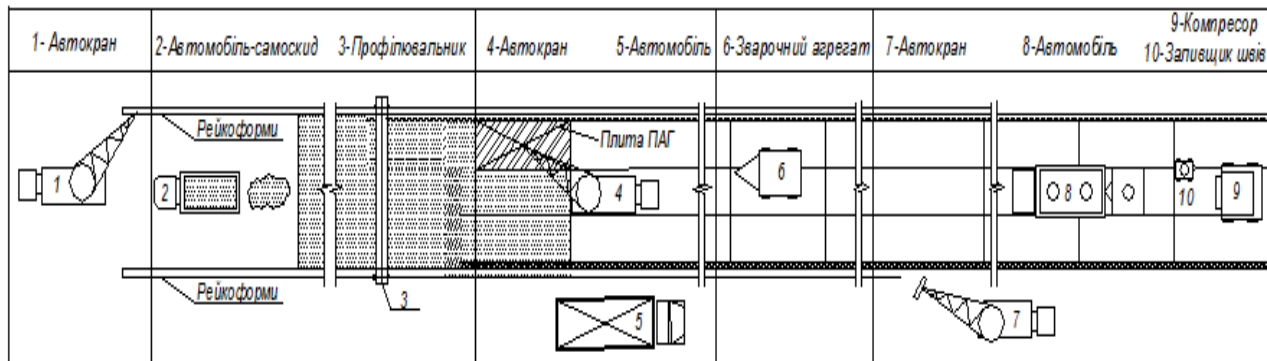


Рис. 7.18. Технологічна схема на улаштування плит аеродромних гладких:

1 – автокран; 2 – автомобіль-самоскид; 3 – профілювальник; 4 – автокран; 5 – автомобіль;
6 – зварювальний агрегат; 7 – автокран; 8 – автомобіль; 9 – компресор; 10 – заливщик швів

Ступінь ущільнення цементобетонної суміші перевіряють шляхом визначення щільності не рідше ніж один раз за зміну. Для цього беруть проби з допомогою металевих циліндрів (діаметром 30 і висотою 15 см) або стандартних кубиків (з розміром ребра 20 (15) см) після зважування. Відхилення допускається не більше ± 1 %.

Міцність бетону контролюється шляхом випробування зразків на стиснення і згинання. Зразки повинні бути відібрані на кожні 200 м³ бетонної суміші, але не рідше ніж один раз за зміну.

Проектну міцність цементобетону на розтягання при згинанні визначають на зразках-балочках розміром 150×150×600 мм і на стискання – на зразках-кубиках розмірами 200×200×200 мм через 28 діб.

Вимоги щодо якості виконання робіт при влаштуванні основи.

Відхилення від геометричних розмірів, рівності поверхні, ступеня ущільнення не повинні перевищувати:

- по ширині основи – ± 10 см;
- по товщині шару – ± 10 %;
- за поперечним ухилом – 0,002;
- за рівністю поверхні – 5 мм.

Коефіцієнт ущільнення повинен бути не меншим ніж 0,98.

Вимоги щодо якості робіт при спорудженні цементобетонного покриття наведені в табл. 7.4.

Таблиця 7.4

Вимоги щодо якості робіт при спорудженні цементобетонного покриття

| Показники | Нормативні вимоги | | Контроль | |
|---|--|---|--|-------------|
| | обов'язкові | перспективні | об'єм | метод |
| Висотні відмітки кожного ряду бетонування | Не більше 10 % результатів виміру можуть відрізнитися від проектних на ± 20 мм | Не більше 5 % результатів можуть відрізнитися від проектних на +20 мм | По точках розбивочної сітки, не рідше ніж через 40 м | Нівелювання |

Продовження табл. 7.4

| Показники | Нормативні вимоги | | Контроль | |
|--|---|---|---|--|
| | обов'язкові | перспективні | об'єм | метод |
| Поперечний ухил кожного ряду бетонування | Не більше 10 % результатів виміру можуть відрізнятися від проектних на $\pm 0,005$ мм, ост. $\pm 0,002$ мм | Не більше 5 % результатів виміру можуть відрізнятися від проектних на $\pm 0,005$ мм, ост. $\pm 0,002$ мм | 80–100 м на захватці | Вимірювання рейкою з рівнем чи нівелювання |
| Ширина смуги укладання | Не більше 10 % результатів виміру можуть відрізнятися від проектних на 10 см | Не більше 5 % результатів виміру можуть відрізнятися від проектних на 10 см | Не рідше, ніж через 100 м, але не менше 20 вимірів | Вимірювання рулеткою |
| Товщина шару бетону | Не більше 10 % результатів виміру можуть відрізнятися від проектних на 7,5 %, остаточно 5 % (не більш, ніж 10 мм) | Не більш 5 % результатів виміру можуть відрізнятися від проектних на 7,5 % | Не рідше, ніж через 100 м, але не менше 20 вимірювань | Вимірювання металевою лінійкою |
| Прямолінійність швів | Не більше 10 % результатів виміру можуть відрізнятися від проектної лінії на 8 мм | Не більше 5 % результатів виміру можуть відрізнятися від проектної лінії на 8 мм | 20 % довжини швів, але не менше 20 вимірювань | Вимірювання шнуром чи лінійкою |

Закінчення табл. 7.4

| Показники | Нормативні вимоги | | Контроль | |
|--|--|--|---|--|
| | обов'язкові | перспективні | об'єм | метод |
| Рівність | Не більше 5 % результатів виміру проміжків можуть досягати 14 (10) мм, остаточні 7(5) мм | Не більше 2 % результатів виміру проміжків можуть досягати 14 (10) мм, остаточні 7(5) мм | 100–125 вимірювань проміжків (20–25) прикладань рейки | Вимірювання проміжків між триметровою рейкою і покриттям |
| Алгебраїчна різниця висотних відміток покриття по осі ряду | Не більше 5 % результатів виміру можуть досягати 14, 20 і 28 мм, остаточні 8,12, 16 мм | Не більше 5 % результатів виміру можуть досягати 10, 16, 24 мм, остаточні 5, 8, 16 мм | 50–60 вимірювань на захватку | Нівелювання та розрахунок |

Контроль якості виконання робіт при будівництві збірних покриттів із попередньо напружених плит.

При будівництві збірних покриттів із попередньо напружених плит необхідно контролювати якість ущільнення та остаточної обробки основи, правильність установки рейок-форм, контактування плит з основою, прямолінійність швів, надійність зварювання стикових з'єднань плит, повноту заповнення швів. Також необхідно щоденно перевіряти справність піднімальних механізмів кранів та надійність тросів.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. З яких технологічних процесів складається технологія будівництва цементобетонних покриттів?
2. Які типи деформаційних швів ви знаєте? З якою метою влаштовують деформаційні шви на аеродромних покриттях?

3. Розкажіть, які вимоги висуваються до цементобетону та матеріалів, що складають цементобетонну суміш при будівництві аеродромних покриттів?
4. Які марки та класи бетону за міцністю ви знаєте?
5. З яких етапів складається підготовка піщаної та піщано-гравійної основи при будівництві аеродромних покриттів?
6. Наведіть технологічну схему із влаштування основи під жорстке аеродромне покриття.
7. Який час зняття опалубки після укладання цементобетонної суміші в аеродромне покриття?
8. Що включають в себе арматурні роботи при влаштуванні цементобетонних покриттів?
9. Опишіть, як виконується транспортування, укладання та ущільнення цементобетонної суміші.
10. Опишіть, яким чином виконується влаштування деформаційних швів в цементобетонному покритті.
11. Наведіть технологічну схему на влаштування цементобетонного аеродромного покриття.
12. Які етапи догляду за свіжоукладеним цементобетоном ви знаєте?
13. Які існують схеми бетонування аеродромних покриттів?
14. Як визначається довжина захватки при будівництві монолітного цементобетонного покриття?
15. Які технологічні операції включає в себе будівництво збірних аеродромних покриттів?
16. Які вимоги висувають технічні умови до готових плит типу ПАГ?
17. Які вимоги стосовно контролю якості виконання робіт висуваються при будівництві збірних та монолітних аеродромних покриттів?
18. Які вимоги щодо контролю якості виконання робіт при влаштуванні основи ви знаєте?

Розділ 8

ВЛАШТУВАННЯ ВОДОВІДВІДНОЇ ТА ДРЕНАЖНОЇ СИСТЕМИ НА АЕРОДРОМІ

8.1. Елементи водовідвідної та дренажної системи аеродрому

Влаштування водовідвідної та дренажної системи – це один з найважливіших і найвідповідальніших моментів під час будівництва аеродрому. Елементами водовідвідної та дренажної системи аеродрому є: дощеприймальні, оглядові, тальвежні колодязі, труби перепусків, закрочочні дрени, дощеприймальні воронки, осушники, водовідвідні лотки та ін.

Наявність тих чи інших елементів залежить від принципової схеми водовідвідної та дренажної системи аеродрому (рис. 8.1, 8.2).

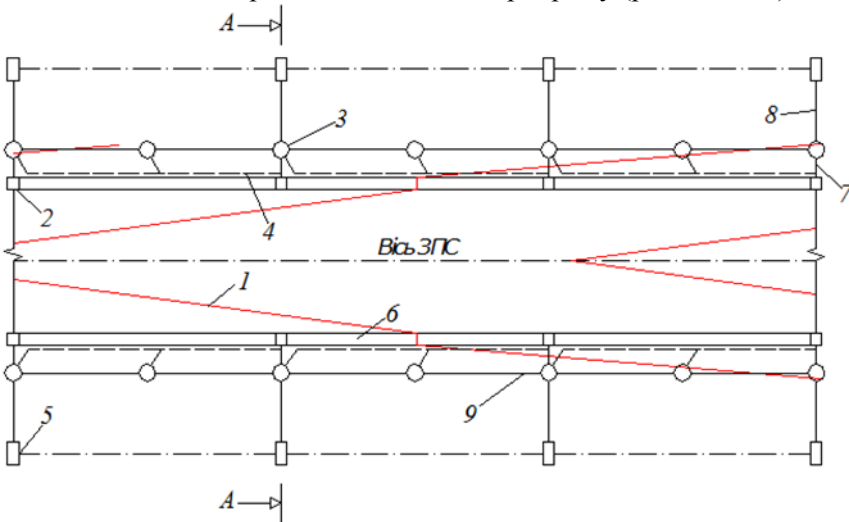


Рис. 8.1. План розташування елементів водовідвідної та дренажної системи аеродрому:

- 1 – проектна горизонталь; 2 – дощеприймальний колодязь; 3 – оглядовий колодязь; 4 – закрочочна дрена; 5 – тальвежний колодязь; 6 – водовідвідний лоток; 7 – труба перепуску від дощеприймального колодязя до оглядового; 8 – труба перепуску від тальвежного колодязя до оглядового; 9 – труба колектора водовідвідної системи аеродрому

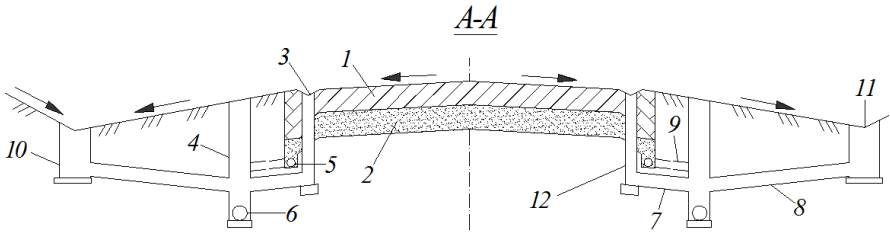


Рис. 8.2. Поперечний переріз по лінії А-А:

- 1 – аеродромне покриття; 2 – основа з дренавальним шаром; 3 – водовідвідний лоток в кромці аеродромного покриття; 4 – оглядовий колодязь; 5 – закромочна дрена; 6 – труба колектора водовідвідної системи аеродрому; 7 – труба перепуску від дощеприймального колодязя до оглядового; 8 – труба перепуску від тальвежного колодязя до оглядового; 9 – труба перепуску від закромочної дрена до оглядового колодязя; 10 – тальвежний колодязь; 11 – ґрунтовий лоток; 12 – дощеприймальний колодязь

Дощеприймальний колодязь – це елемент водовідвідної системи аеродрому, який призначений для приймання поверхневої води, що стікає з поверхні аеродромних покриттів. Відстані між дощеприймальними колодязями регламентуються нормами і визначаються згідно з табл. 8.1. Дощеприймальні колодязі виконують із залізобетонних елементів заводського виготовлення (рис. 8.3).

Таблиця 8.1

Відстані між дощеприймальними колодязями на території аеродрому

| Елементи аеродрому | Відстані між дощеприймальними колодязями при поздовжніх ухилах дна лотка, м | |
|---|---|------------|
| | Від 0,003 до 0,005 | Вище 0,005 |
| Двосхилі злітно-посадкові смуги та площадки, які мають ширину меншу за 50 м | 100–150 | 150–200 |
| Односхилі злітно-посадкові смуги та площадки з шириною покриттів 50–60 м | 100–125 | 125–175 |

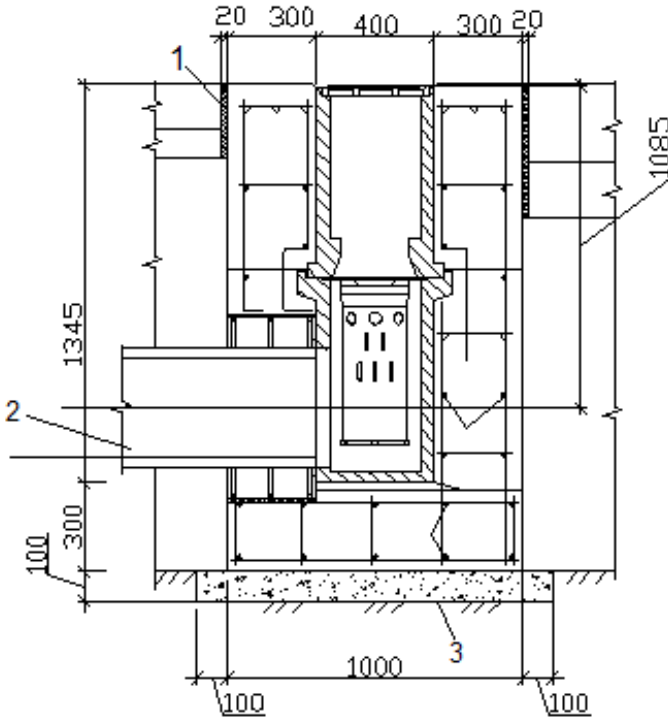


Рис. 8.3. Конструкція та параметри дощеприймального колодезя:
 1 – бітумна мастика; 2 – труба перепуску від дощеприймального до оглядового колодезя; 3 – ґрунтова основа під дощеприймальний колодезь

Дощеприймальні колодезі влаштовують в лотках, що знаходяться в кромках аеродромних покриттів. Параметри лотків залежать від елемента аеродрому, де вони розташовуються (наприклад, ширина лотків, що встановлюються в кромках злітно-посадкової смуги, становить 4 м, а висота – 8 см).

Конструкція лотка водовідвідної системи аеродрому наведена на рис. 8.4.

Для приймання поверхневої води, що стікає з ґрунтових елементів аеродрому, призначені тальвежні колодезі (рис. 8.5), які встановлюються в найнижчих місцях. Решітки тальвежних колодезів розташовують на 8–10 см нижче від оточуючої ґрунтової поверхні.

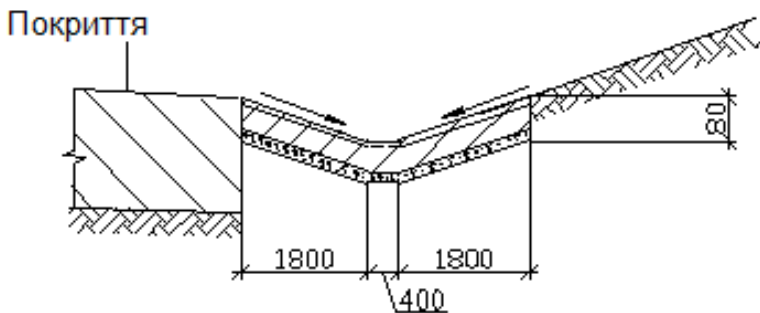


Рис. 8.4. Конструкція та параметри водовідвідного лотка в кромці аеродромного покриття

Відстані між тальвежними колодзями приймають від 100 до 200 м. Для виключення просідань ґрунту влаштовують подушку із щебеню, гравію чи шлаку товщиною 15 см і більше.

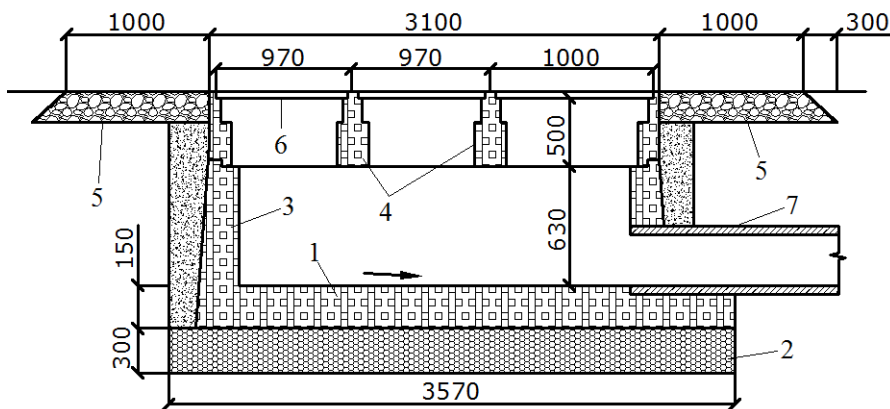


Рис. 8.5. Конструкція та параметри тальвежного колодязя:
 1 – дно; 2 – шлакова подушка; 3 – бетонна стінка; 4 – діафрагми;
 5 – вимощення; 6 – решітки; 7 – труба перепуску до оглядового колодязя

Дощеприймальні та тальвежні колодязі з'єднуються з оглядовими за допомогою труб перепусків. Оглядові колодязі влаштовують на трасі колектора для під'єднання перепусків і в місцях зміни напрямку траси та ухилу. Оглядові колодязі розташовують на відстані 10–15 м

від кромки аеродромного покриття та призначені для огляду та очищення труб колектора водовідвідної системи.

Оглядові колодязі та труби колектора можуть бути як залізобетонними, так і виконуватись із полімерних матеріалів. Переріз колодязів для труб діаметром 0,6 м і менше виконують круглим, а для труб діаметром 0,6 м – прямокутним. Внутрішній габарит колодязів приймають не менше ніж 0,7 м. Дно колодязя влаштовують на щебеневу чи піщану подушку товщиною 0,15–0,2 м. Конструкції оглядового колодязя наведені на рис. 8.6–8.7.

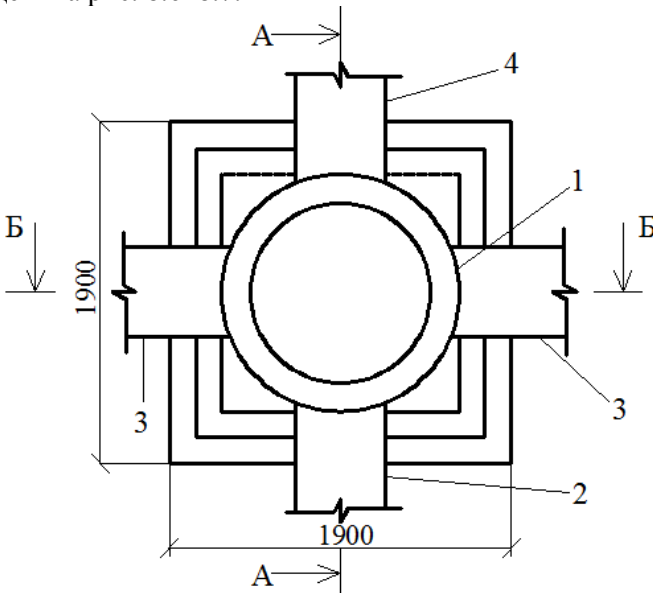


Рис. 8.6. План оглядового колодязя аеродрому:

1 – оглядовий колодязь; 2 – труба перепуску від дощеприймального колодязя;
3 – колектор водовідвідної системи; 4 – труба перепуску від тальвежного колодязя

Труби колектора відводять воду із дощеприймальних і тальвежних колодязів за межі льотного поля.

Труби колектора виконують із азбоцементу, бетону та поліпропілену. Колектори розташовують вздовж крамок покриттів на відстані 10–15 м від них. Заглиблення труб колектора виконують, виходячи із таких умов:

- забезпечення міцності труб під дією нормативного навантаження (від коліс розрахункового літака);
- сезонного промерзання ґрунту (труби потрібно розташовувати не вище, ніж глибина промерзання).

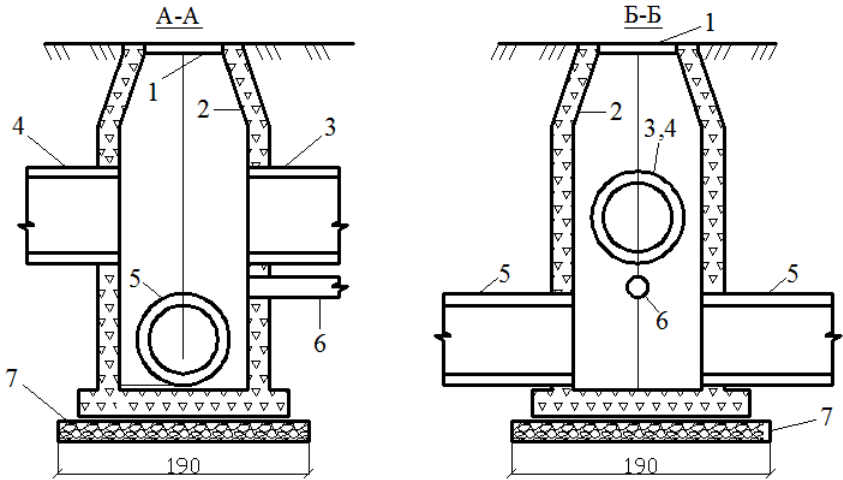


Рис. 8.7. Розрізи оглядового колодязя:
 1 – решітка; 2 – стінка колодязя; 3 – труба перепуску від дощеприймального колодязя; 4 – труба перепуску від тальвежного колодязя; 5 – колектор;
 6 – закрючкова дрена; 7 – щєбєнева основа під колодязь

Діаметри труб колекторів призначають шляхом виконання гідравлічного розрахунку. При цьому обов’язково має виконуватись умова рівності розрахункових витрат пропускній здатності:

$$Q_w \leq Q_c,$$

де Q_w – розрахункові витрати в трубі колектора; Q_c – пропускна здатність труби.

Розрахункові витрати дощових вод визначають за формулою

$$Q_w = Q_s \cdot A_w,$$

де Q_s – модуль стоку; A_w – площа водозбору для розрахункового перетину колектора.

У свою чергу, модуль стоку визначають за формулою

$$Q_s = \frac{166,7 \cdot \Delta \varphi}{t_j^n},$$

де Δ – параметр, який дорівнює максимальній інтенсивності дощу тривалістю 1 хв за прийнятою повторюваністю, мм/хв; φ – коефіцієнт стоку дощових вод; t_j^n – час добігання води до розрахункового перетину.

Діаметр труби колектора водовідвідної системи аеродрому визначається за формулою

$$D = 0,296 \cdot \frac{Q_w^{0,374}}{i_k^{0,187}},$$

де i_k – ухил труб.

8.2. Склад робіт при влаштуванні колектора водовідвідної та дренажної системи аеродрому

При влаштуванні елементів водовідвідної та дренажної системи аеродрому необхідно виконати у технологічній послідовності такі види робіт:

- підготовчі роботи;
- планувальні роботи;
- копання траншеї для колектора;
- закріплення стінок траншеї;
- зачищення дна;
- влаштування основи під труби колектора та колодязі;
- укладання труб колектора;
- виконання герметизації стиків труб;
- проведення попереднього випробування труб колектора на водонепроникність;
- розбирання кріплення стінок траншей;
- зворотна засипка траншеї з пошаровим ущільненням ґрунту.

Підготовчі роботи при влаштуванні водовідвідної системи складаються із винесення проекту на місцевість, очищення траси водотоків від лісу, пнів, каменів тощо.

Розбивочні роботи полягають у винесенні на місцевість плану розташування водовідвідної системи.

У плані пікетажні та плюсові точки осі траси встановлюють за допомогою теодоліта (рис. 8.8).

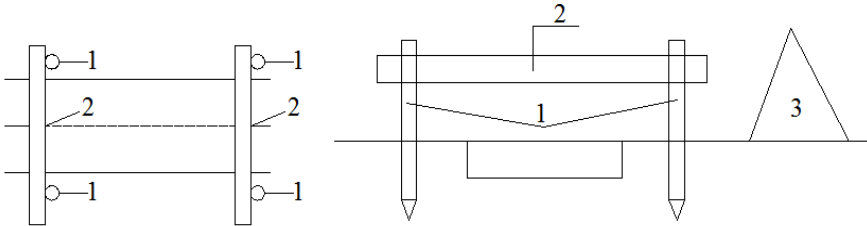


Рис. 8.8. Пристосування для влаштування траншей:

1 – стовпчики діаметром 14–18 см; 2 – бар’єрна дошка; 3 – вал ґрунту

Пристосування для влаштування траншеї встановлюють до початку копання. Положення бар’єрної дошки закріплюють за допомогою нівеліра.

8.3. Копання траншей під труби колектора водовідвідної системи аеродрому

Копання траншеї становить близько 40–60 % загальної трудомісткості робіт із влаштування системи водовідведення та дренажу.

Траншеї відривають у напрямку, що протилежний стоку води. Для виконання цієї роботи використовують екскаватор.

Ґрунт, що розробляється, відсипають у відвал за брівку траншеї, а залишки, непотрібні для зворотної засипки, завантажують у транспортні засоби.

До початку роботи одноківшового екскаватора треба чітко призначити границю ґрунту, що відкидається, а також місця зупинки транспортних засобів. Також треба прагнути, щоб кут повороту стріли екскаватора був мінімальний.

Ширина траншеї повинна бути достатньою для розміщення у ній робітників, які зайняті влаштуванням основи, вкладанням труб тощо. Копання траншеї виконують з недобором ґрунту на 20 см до проектної глибини. Зачистку траншей виконують вручну перед вкладанням труб.

У скельних ґрунтах траншеї відривають глибше низу відмітки труби на 10–20 см для влаштування штучної основи.

Після відкриття траншеї перевіряють прямолінійність траси і відповідність відміток дна траншеї проектним, які не повинні відрізнятись більш ніж на ± 2 см.

Відхилення ухилу дна траншеї допускається не більше ± 5 % при обов'язковому дотриманні загального напрямку.

Мінімальна глибина траншеї повинна бути такою, щоб після укладання труб колектора шар засипки ґрунту над трубою становив менше ніж 50 см.

Для запобігання нещасних випадків при раптовому зсуві стінок траншеї і додаткових робіт для їх відновлення, глибина траншеї з вертикальними стінками не повинна перевищувати:

- 1,0 м – для піщаних і великоуламкових ґрунтів;
- 1,25 м – для супісків;
- 1,5 м – для суглинків та глин;
- 2,0 м – для дуже міцних суглинків та глин.

Якщо глибина траншеї є більшою від значень, наведених вище, то застосовують суцільні горизонтальні кріплення.

Відривання траншеї для труб і котлованів для колодязів нижче горизонту ґрунтових вод необхідно виконувати після штучного пониження рівня цих вод або застосовувати відкритий водовід. Заходи з пониження води слід виконувати протягом всього періоду виконання робіт, включаючи зворотну засипку і ущільнення ґрунту.

8.4. Влаштування основ і вкладання труб колектора водовідвідної системи аеродрому

Укладання труб колектора водовідвідної системи аеродрому – це один із найважливіших та найвідповідальніших етапів. Роботи на цьому етапі повинні бути виконані з обережністю. Особлива увага повинна бути приділена:

- точному дотриманню проектного ухилу колектора та його прямолінійності між оглядовими колодязями;
- міцності та водонепроникності стикових з'єднань труб.

Прямолінійність труб колектора водовідвідної системи аеродрому має контролюватись за допомогою відвісу, який підвішений до дроту, що натягнутий від однієї обноски до іншої через середні цвяхи. Перед опусканням труб їхні кінці всередині та ззовні очищують від сміття та бруду. Для опускання та вкладання важких труб застосовуються крани. Легкі труби (наприклад, поліпропіленові) вкладають за допомогою екскаватора.

Фрагмент технологічної схеми влаштування труб колектора водовідвідної системи аеродрому наведений на рис. 8.9.

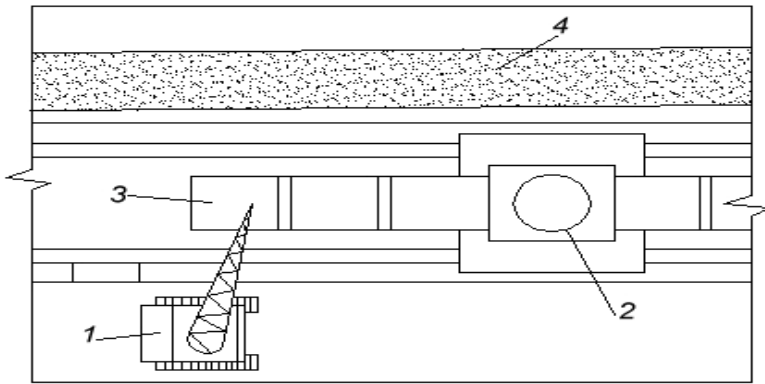


Рис. 8.9. Фрагмент технологічної схеми улаштування труб колектора водовідвідної системи аеродрому:

1 – кран або екскаватор; 2 – оглядовий колодезь; 3 – труби колектора водовідвідної системи; 4 – ґрунт

Найбільш економічними і надійними в роботі є азбестоцементні та полімерні труби, які можна вкладати безпосередньо на ґрунтове сплановане дно траншеї (рис. 8.10). Але, як правило, під такі труби влаштовують спочатку щебеневу, а потім піщану основу.



Рис. 8.10. Полімерні труби для влаштування водовідвідної системи аеродрому

Для бетонних та залізобетонних труб необхідно влаштовувати додаткову бетонну або залізобетонну основу. Ці основи влаштовуються з метою збільшення несучої здатності та запобігання нерівномірних осідань найбільш напружених частин труб. Ширина бетонної основи повинна бути на 15–20 см більшою за діаметр труб колектора.

На дно траншеї бетон опускають за допомогою бадді чи переносних лотків. На дно траншеї встановлюють опалубку, на яку укладають бетон. Бетонну суміш, що укладається, ущільнюють вібраторами. Поверхню основи не доводять на 2–3 см до проектної відмітки для укладання цементного розчину як вирівнюючого шару (рис. 8.11).

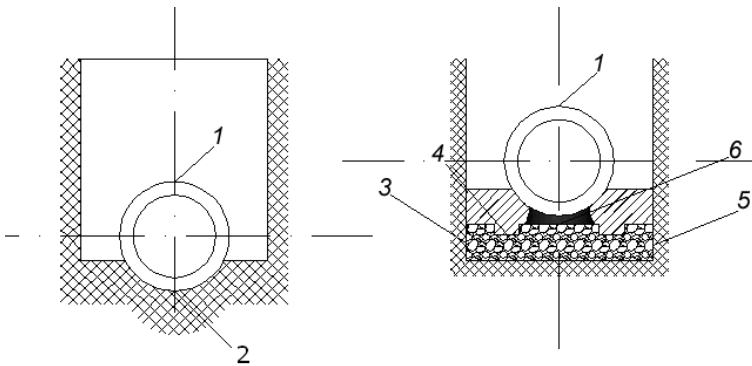


Рис. 8.11. Основи під труби колектора:

- 1 – труба; 2 – увігнутість в дні траншеї по контуру труби; 3 – пазухи;
 4 – пази для з’єднання бетону основи з бетоном пазух; 5 – цементна основа;
 6 – цементний розчин

Протягом двох–трьох днів бетон повинен систематично зволожуватися.

До укладання труб необхідно перевірити відповідність ухилу основи до проектного (рис. 8.12).

У бетонній стрічці шляхом закладання дерев’яних рейок створюють пазухи для з’єднання бетону основи з бетоном пазух.

Перед опусканням труб їхні кінці всередині та ззовні очищають від сміття та бруду. Перед укладанням труб колектора водовідвідної та дренажної системи необхідно забезпечити: міцність та герметичність стикових з’єднань, щільне прилягання труб до основи, дотримання проектного ухилу. Для з’єднання азбестоцементних труб застосовують циліндричні муфти.

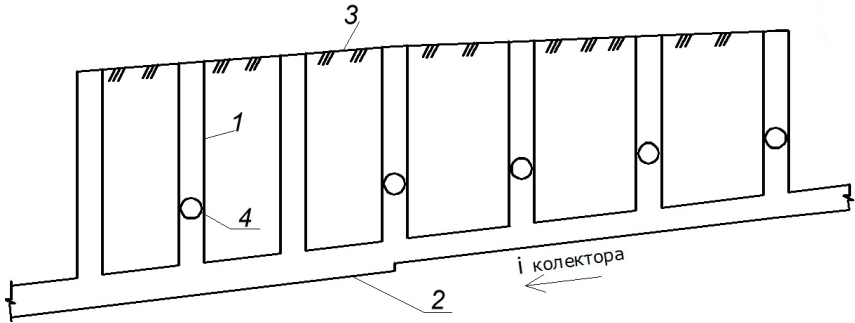


Рис. 8.12. Фрагмент поздовжнього профілю колектора водовідвідної системи аеродрому:

- 1 – оглядовий колодязь; 2 – колектор водовідвідної системи аеродрому;
- 3 – лінія проектної поверхні ґрунтової частини аеродрому;
- 4 – перепуск від дощоприймального колодязя до оглядового

Труби з полімерних матеріалів можуть з'єднуватись між собою швом з полімерного дроту при застосуванні ручного екструдера (рис. 8.13). Труби спаюються між собою на деякій відстані від траншеї (траншею під труби колектора влаштовують на відстані 10–15 м від кромки аеродромного покриття злітно-посадкової смуги).

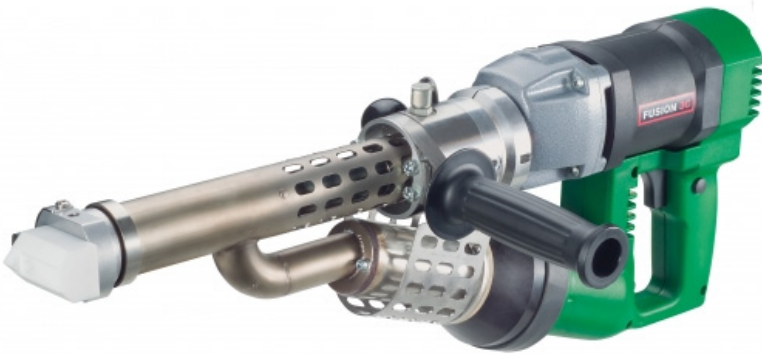


Рис. 8.13. Ручний екструдер для зварювання поліетиленових водовідвідних труб

Цементобетонні труби з гладкими кінцями мають невелику довжину та велику вагу для створення міцного і стійкого стику при з'єднанні окремих частин труб. Стики труб зашпаровують за допомогою рулонних матеріалів.

При зашпаровуванні стиків рулонними матеріалами до підливання під труби цементного розчину в місцях їхнього з'єднання під стиками укладають дошки товщиною 2–3 см і шириною 25–30 см.

Через один-два дні після затвердіння вирівнюючого шару дошки прибирають та приступають до зашпаровування стиків.

8.5. Зворотна засипка траншеї

До початку робіт зі зворотної засипки труб із траншеї повинна бути видалена вода. Траншея повинна бути сухою і очищена від каменів та бруду. Зворотна засипка траншеї, як правило, виконується в два етапи. На першому етапі виконується найбільш відповідальна робота – засипка розпушеним ґрунтом приямків між стиками і пазух між трубами та основою. При цьому ґрунт засипають в траншею рівномірно з обох кінців колектора шарами товщиною не більше ніж 10–15 см та ретельно ущільнюють трамбівками. Загальна висота засипки на першому етапі наведеним способом повинна бути вища ніж верх труби на 0,5 м. На другому етапі засипають та ущільнюють верхню частину траншеї, що залишилася.

8.6. Влаштування дощоприймальних колодязів

Роботи із влаштування збірних дощоприймальних колодязів включають такі технологічні операції: геодезична розбивка котловану; влаштування пристосувань для встановлення відміток і осей; влаштування котловану для колодязя і траншей для перепусток; влаштування основи, встановлення блоків самого колодязя; влаштування перепуски; засипки траншеї перепуски ґрунтом; гідроізоляція колодязя.

При влаштуванні дощоприймального колодязя необхідно передбачити такі заходи:

- влаштування шлакової подушки товщиною 30 см;
- обсіпка стінок колодязя щебенем чи гравієм та іншими матеріалами.

8.7. Влаштування дрена і осушувачів на аеродромі

Дренажну систему влаштовують для зниження рівня ґрунтових вод із пористих основ аеродромного покриття. Закромочні дрени влаштовують на відстані 1,5 м від кромки аеродромного покриття.

Дренажну систему влаштовують із гончарних, азбестоцементних і полімерних труб діаметром 5–10 см. Вода потрапляє у труби дренаж-

ної системи через з'єднання гончарних труб або через спеціальні прорізи в азбестоцементних і полімерних трубах.

Для більш ефективної роботи дренажної системи навколо труб влаштовують обсіпку із пористого матеріалу.

Осушувачі проектують для збирання і відведення поверхневих вод. Конструкція осушувачів відрізняється від конструкції дрен тільки тим, що фільтруюча засипка виводиться на поверхню землі.

Дренажно-осушувальна сітка проектується з ухилом. Вода, що потрапила у середину труби, стікає у понижені місця. Звідти вона по трубах (збирачах) відводиться у дренажно-водостічну сітку аеродрому або безпосередньо за межі льотного поля. Вода із труб-збирачів не повинна просочуватися у ґрунт. У зв'язку з цим стики труб повинні бути герметичними.

Для влаштування дренажної та осушувальної сітки необхідно виконати такі робочі процеси: викопати траншею; влаштувати дренажний шар товщиною 3–5 см; укласти труби; виконати ізоляцію з'єднання труб; виконати засипку дренажних труб фільтруючим матеріалом на висоту 25–30 см.

Ширина траншеї для труб повинна бути на 20 см більше від діаметра труб. Глибина траншеї для укладання дренажних труб визначається за формулою:

$$H_{\text{д}} = B + b - h_{\text{л}} + h + 2 \cdot \delta + d,$$

де $H_{\text{д}}$ – глибина траншеї для закладання труби закрючочної дрени; B – товщина шару аеродромного покриття; b – товщина шару основи; $h_{\text{л}}$ – висота лотка водовідвідного лотка, що влаштовується у кромках аеродромного покриття; h – відстань від дна корита під аеродромним покриттям до верху труби закрючочної дрени; δ – товщина стінки труби закрючочної дрени; d – внутрішній діаметр труби закрючочної дрени.

Викопану траншею засипають фільтруючим матеріалом (піском, гравієм) шаром 3–5 см та ущільнюють площинними вібраторами.

Гончарні труби вкладають із зазорами 3–4 мм між ними.

В азбестоцементних і полімерних трубах попередньо роблять прорізи через 30–50 см на глибину 2/3 діаметра труби. Ширина прорізу повинна бути 3–4 мм.

Для попередження замулювання труб стики і прорізи ізолюються шаром моху чи будівельною ватою.

Після того, як труби вкладені, їх обережно обсыпають фільтруючим матеріалом так, щоб не зсунути з місця, і ущільнюють.

8.8. Контроль якості виконання робіт

При будівництві водовідвідної та дренажної системи аеродрому здійснюється контроль якості виконання робіт та матеріалів, що використовуються.

Перевірка розмірів труб і фактичних відхилень внутрішніх діаметрів, довжин труб і товщин стінок від встановлених розмірів виконується за допомогою металевої лінійки, кутика та штангенциркуля.

Також необхідно слідкувати за тим, щоб в перерізі труби мали форму правильного круга.

Вертикальне відхилення положення труб від проектних не повинно перевищувати ± 10 мм. Відхилення відміток лотків в колодязях не повинно перевищувати ± 5 мм.

Викривлення труб будь-якого діаметра не повинно перевищувати 2 мм. Азбестоцементні труби та муфти повинні бути прямими та не мати тріщин.

Перевірку якості бетонних труб починають із поштучного огляду. Потім для перевірки відбирають зразки в кількості 10 % труб від партії (розмір партії – 200 шт.).

За необхідності виконують випробування труб на гідравлічний тиск, водопоглинання, міцність та тріщиностійкість.

У процесі влаштування траншей при проміжному прийомі повинні бути перевірені: прямолінійність трас, відповідність відміток та ухилів дна проекту та рівність дна. При перевірці прямолінійності трас теодолітом необхідно слідкувати, щоб осі траншей не відхилялися від прямої лінії більше, ніж на 10 см. Відхилення відміток дна траншеї від проектних не повинно перевищувати + 2см.

Рівність дна траншеї перевіряється триметровою рейкою та повинна бути такою, щоб проміжок між рейкою та дном не перевищував 1,5 см. Рівність поверхні основи повинна бути такою, щоб проміжок між триметровою рейкою та поверхнею основи не перевищував $\pm 0,5$ см.

Прямолінійність трубопроводів визначається по ділянках за допомогою дзеркала та джерела світла.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Які ви знаєте елементи водовідвідної та дренажної системи аеродрому?
2. Від чого залежить відстань між дощоприймальними колодязями на території аеродрому?
3. Яке призначення тальвежного колодязя на аеродромі?
4. Наведіть конструкцію дощоприймального та тальвежного колодязя?
5. У якому місці і з якою метою влаштовуються оглядові колодязі на аеродромі?
6. Наведіть типову конструкцію оглядового колодязя.
7. Який склад робіт при влаштуванні колектора водовідвідної та дренажної системи аеродрому?
8. Яким чином виконується копання траншеї під труби колектора водовідвідної системи аеродрому?
9. Наведіть технологічну схему улаштування труб колектора водовідвідної системи аеродрому.
10. Як розраховується діаметр труби колектора водовідвідної системи аеродрому?
11. Опишіть, як влаштовується основа під труби колектора водовідвідної системи аеродрому.
12. З яких технологічних операцій складаються роботи із влаштування збірних дощоприймальних колодязів?
13. Для чого влаштовують дрени та осушувачі на аеродромі?
14. Які технологічні процеси необхідно виконати при влаштуванні дренажної та осушувальної сітки на території аеродрому?
15. Яким чином контролюється якість виконання робіт при будівництві водовідвідної та дренажної системи аеродрому?

Розділ 9

БУДІВНИЦТВО МЕТАЛЕВИХ ЗБІРНО-РОЗБІРНИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

9.1. Загальні відомості про збірно-розбірні аеродромні покриття

Збірно-розбірні аеродромні покриття із металевих плит застосовують на тимчасових аеродромах для забезпечення короткочасної роботи авіації. Основне призначення збірно-розбірних аеродромних покриттів із металевих плит – забезпечити роботу авіації у важкодоступних районах в умовах бездоріжжя та втрати ґрунтом несучої здатності. Для експлуатації сучасних літаків використовуються збірно-розбірні аеродромні покриття зі сталевих чи алюмінієвих плит. Тривалість будівництва ЗПС з таких плит становить декілька днів.

Основними перевагами збірно-розбірних аеродромних покриттів є:

- невелика вага;
- висока швидкість укладання (2–3 доби) та розбирання (1–2 доби).

Недоліками таких збірно-розбірних аеродромних покриттів із металевих плит є:

- невелика жорсткість;
- відсутність торцевих закріплень та ненадійність фіксації плит.

Для влаштування металевих аеродромних покриттів в наш час використовують сталеві плити ПМП–1–53 та К–1Д та алюмінієві плити АПП (рис. 9.1–9.2).

Технічні характеристики цих плит наведені в табл. 9.1.

Металеві плити виготовляють на заводах методами холодного штампування з листової сталі за допомогою спеціальних матриць.

Плити перфоровані ПМП – 1 – 53 мають отвори діаметром 50 мм між ребрами. Плита своїм краєм з крюками накладається на край іншої плити з пазами, в які заходять крюки.

На відміну від перфорованих плит ПМП–1–53 плита К–1Д не має наскрізної перфорації. У плиті К–1Д отвори замінені сферичними випуклостями по нижніх та верхніх полицях.

Металеві плити зазвичай накладають на основи із ґрунтогравійних та ґрунтощебених сумішей.



Рис. 9.1. Сталева плита ПМП-1-53



Рис. 9.2. Сталева плита К-1Д

Найкращою ґрунтовою основою для металевих аеродромних покриттів є супісок і суглинки з дерновим покритвом.

Таблиця 9.1

Основні характеристики металевих аеродромних плит

| Характеристика плити | Тип металевих аеродромних плит | | |
|--|--------------------------------|------|------|
| | ПМП-1-53 | К-1Д | АА.П |
| Габаритні розміри, мм: | | | |
| довжина | 3042 | 3085 | 3095 |
| ширина | 411 | 482 | 476 |
| висота профілю | 21 | 31 | 42 |
| Розміри при укладанні, мм: | | | |
| довжина | 3048 | 3000 | 3000 |
| ширина | 381 | 420 | 400 |
| Товщина листа плити, мм | 3 | 3 | 4 |
| Момент опору перерізу плити, см ³ | 2,2 | 13,4 | – |
| Корисна площа плити, м ² | 1,16 | 1,26 | 1,20 |
| Маса 1 кг: | | | |
| довжини | 28 | 43 | 19 |
| м ² покриття | 24 | 34 | 16 |
| Діаметр перфорацій, мм | 50 | – | – |
| Кількість плит в пачці, шт | 30 | 20 | 25 |
| Маса пачки плит, кг | 840 | 860 | 475 |

9.2. Технологія будівництва збірно-розбірних аеродромних покриттів із металевих плит

Технологія будівництва збірно-розбірних аеродромних покриттів із металевих плит включає в себе такі види робіт:

- підготовчі роботи;
- влаштування основи;
- транспортування і складання металевих плит;
- збірка (монтаж) покриття та закріплення кромки покриття.

Підготовчі роботи включають в себе підготовку шляхів для підвезення плит та площадки до укладання плит. Ґрунтову ділянку, призначену для розміщення металевої смуги, очищають від крупного ка-

міння, пнів. На підготовленій ділянці виконують попередню розбивку покриття: кромки ЗПС, РД, МС. Поздовжню вісь ЗПС закріплюють кілками через 50 м.

Влаштування основи починають від поперечних осей ЗПС в обидва боки до торців задля того, щоб надати можливість відразу влаштувати плити.

Завантаження пачок плит на транспортні засоби та їх розвантаження виконується автомобільними чи тракторними кранами. Кількість металевих плит, що перевозяться автомобілями-самоскидами, залежить від їхньої йомності.

Укладання плит покриття в штабелі виконується з одного чи двох боків ЗПС та з одного боку РД і МС не ближче 1,5–2,0 м від кромки смуги на дерев'яні прокладки.

Відстань між штабелями, що укладаються, визначається за формулою

$$l_{\text{шт}} = b \cdot \frac{N_{\text{шт}}}{n} \cdot K,$$

де b – ширина укладання плит покриття, м; $N_{\text{шт}}$ – кількість плит в штабелі; n – кількість плит в одному поперечному ряду покриття, що залежить від ширини ЗПС; K – коефіцієнт, що дорівнює 1 при односторонньому розташуванні штабелів та 2 при двосторонньому.

Монтаж покриття із металевих плит складається з таких технологічних операцій:

- розпакування пачок;
- розношування та розкладання плит в ряди;
- розкладання плит.

Типовий склад бригади при монтажу плит покриття на одному фронті наведений в табл. 9.2.

Кількість захваток при монтажу збірно-розбірних аеродромних покриттів визначається за формулою

$$K_{\text{захв.}} = \frac{L \cdot B}{n_1 \cdot n_2 \cdot N_{\text{в}} \cdot T},$$

де L – довжина покриття, м; B – ширина покриття, м; n_1 – кількість ланок укладчиків в одній бригаді; n_2 – кількість укладчиків в ланці; $N_{\text{в}}$ – норма виробітку укладчиків за зміну, м²/зміну; T – тривалість будівництва, зміни.

Таблиця 9.2

Типовий склад бригади при монтажу плит покриття на одному фронті

| Вид робіт | Склад ланки | Кількість ланок в бригаді при ширині покриття, що укладається, м | | | | |
|--|------------------------------|--|----|----|----|----|
| | | 9 | 12 | 18 | 21 | 24 |
| Плита ПМП 1–53 | | | | | | |
| Керівництво роботами | Бригадир 1 люд. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Розпакування пачок плит | Розпаковувач – 1 люд. | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Розношування та розстилання плит перед укладанням в покриття | Розкладальники – 2 люд. | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Укладання плит в покриття | Укладальник – 4 люд. | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Геодезичний контроль | Геодезист – 1 люд. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Кріплення кромки покриття | Кріпильники – 3 люд. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Сумарна кількість людей у бригаді (включаючи бригадира) | | 15 | 15 | 21 | 21 | 30 |
| Плита ПК–1Д | | | | | | |
| Керівництво роботами | Бригадир – 1 люд. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Розпакування пачок плит | Розпаковувач – 1 люд. | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Розношування та розстилання плит перед укладанням у покриття | Розкладальник – 2 люд. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Укладання плит у покриття | Укладчики – 2 люд. | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Геодезичний контроль | Геодезист – 1 люд. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Установка торцевих планок | Установлювач планок – 1 люд. | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Кріплення кромки покриття | Кріпильники – 3 люд. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Сумарна кількість людей в бригаді (включаючи бригадира) | | 18 | 20 | 27 | 29 | 36 |

Закінчення табл. 9.2

| Вид робіт | Склад ланки | Кількість ланок в бригаді при ширині покриття, що укладається, м | | | | |
|--|-------------------------------|--|----|----|----|----|
| | | 9 | 12 | 18 | 21 | 24 |
| Плита ААП | | | | | | |
| Керівництво роботами | Бригадир 1 люд. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Розпакування пачок плит | Розпаковувач – 1 люд. | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Розношування та розстилання плит перед укладанням в покриття | Розкладальник – 2 люд. | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Укладання плит у покриття | Укладальники – 2 люд. | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Геодезичний контроль | Геодезист – 1 люд. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Установка торцевих планок | Установлювачі планок – 1 люд. | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Кріплення кромки покриття | Кріпильники – 3 люд. | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Сумарна кількість чоловік в бригаді (включаючи бригадира) | | 21 | 21 | 26 | 29 | 36 |

Норми виробітку укладальників при виконанні робіт з монтажу аеродромних покриттів із збірно-розбірних металевих плит наведені в табл. 9.3.

При попередньому розкладанні плит ніяк неможливо уникнути вільних зазорів між рядами. Тому необхідно при монтажу плит через десять рядів робити додатковий запас на одну ширину плити.

Кількість фронтів укладання встановлюють залежно від наявності робочої сили, транспортних засобів та заданого терміну будівництва металевих збірно-розбірних аеродромних покриттів.

Монтаж аеродромного покриття із плит ПМП–1–53 починають з укладання двох маячних рядів.

Таблиця 9.3

**Норма виробітку при монтажу аеродромного покриття
із збірно-розбірних металевих плит**

| Види робіт | Одиниця виміру | Склад ланки | Норми виробітку на одного робочого в зміну за 8 год. при монтажу покриття із плит | | |
|--|----------------|-----------------------------|---|------|------|
| | | | ПМП-1-53 | К-1Д | АА.П |
| Укладання плит у покриття з кріпленням чеками | шт. | Укладальники – 4 люд. | 200 | – | – |
| Укладання плит у покриття | шт. | Укладальники – 2 люд. | – | 510 | 800 |
| Установка торцевих планок | шт. | Монтажники – 2 люд. | – | 1140 | 1000 |
| Кріплення торцевих кромок покриття з заготовкою кілків та відриванням траншеї вручну | пог. м | Кріпильники кромок – 4 люд. | 15 | 15 | 15 |
| Кріплення поздовжніх кромок покриття | пог. м | Кріпильники кромок – 3 люд. | 31 | 33 | 31 |

За допомогою теодоліта та натягнутого шнура їх укладають перпендикулярно до поздовжньої осі покриття на всю його ширину. Після перевірки розташування маячних рядів приступають до укладання наступних рядів плит. Укладання плит виконує ланка укладальників.

Кріплення кромок покриття – це завершальний етап монтажу. Кромки покриття закріплюють таким чином: поздовжні кромки прикріплюють шляхом прив'язки дротом торця крайньої плити до дерев'яного анкера, що забувається в ґрунт до внутрішньої стінки трикутної канави.

Монтаж покриття із плит К-1Д та АА.П має такі особливості:

– монтаж плит починають з укладання одного маячного ряду. Після укладання всі плити маячного ряду повинні бути скріплені між собою торцевими планками;

- укладання наступних рядів повинно супроводжуватись ретельним контролем. Необхідно слідкувати за тим, щоб фіксатори плит кожного укладеного ряду входили в призначені для них пази плит;
- укладання виконується з почерговим зсувом рядів плит: одного ряду – вправо, а іншого – вліво;
- кріплення плит в торцевих стиках здійснюється торцевими планками;
- укладання плит виконують ланками у складі двох укладальників.

Розбирання аеродромного покриття.

У випадку необхідності використання металевих покриттів на іншому об'єкті його розбирають (демонтують). Технологічний процес розбирання покриття приймають у зворотному порядку до збирання.

9.3. Контроль якості виконання робіт при будівництві збірно-розбірних металевих аеродромних покриттів

При будівництві збірно-розбірних металевих покриттів велике значення має щільність прилягання покриття до основи. Планування основи перевіряється з допомогою триметрової рейки.

При цьому зазор допускається не більшим ніж 10 мм. Відхилення кромки укладених плит від шнура не повинно перевищувати 5 см на кожні 100 м довжини ЗПС.

Також необхідний ретельний геодезичний контроль за перпендикулярністю укладання плит відносно до поздовжньої осі покриття.

У процесі розбирання та пакування плит за необхідності їх транспортування на новий об'єкт необхідно контролювати якість ремонту крюків, випрямлення та упакування. Не можна кидати пачки при навантажувально-розвантажувальних роботах на інші пачки чи тверді предмети, оскільки це призведе до пошкодження кутів та кривих плит.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Яке призначення збірно-розбірних аеродромних покриттів?
2. Які недоліки збірно-розбірних аеродромних покриттів ви знаєте?
3. Які типи плит використовують для влаштування металевих аеродромних покриттів?
4. Які види робіт включає в себе технологія будівництва збірно-розбірних аеродромних покриттів?
5. Як визначається кількість захваток при монтажу збірно-розбірних аеродромних покриттів?
6. Опишіть, яким чином виконується контроль якості робіт при будівництві збірно-розбірних аеродромних покриттів?

Розділ 10

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПРИ БУДІВНИЦТВІ АЕРОДРОМУ

10.1. Охорона навколишнього середовища в аеропортах

При будівництві аеродромів необхідно враховувати вимоги нормативних і методичних документів, що діють в цивільній авіації.

У складі матеріалів робочого проекту аеропорту повинні проводитися проектні рішення та матеріали, що передбачають і обґрунтовують:

- умови та засоби очищення, скидання та повторного використання стічних вод;

- прогресивні технічні рішення й експлуатаційні характеристики устаткування щодо утилізації та знешкодження забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря;

- баланс відходів виробництва та системи очищення шкідливих викидів у навколишнє середовище;

- нормативи граничнодопустимих викидів (ГДВ) забруднюючих речовин в атмосферне повітря;

- способи зняття та збереження родючого шару ґрунту, а також заходи щодо використання рослинного покриву, що знімається у зв'язку з будівництвом об'єкта.

10.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря під час будівництва аеродрому

Під час будівництва аеродрому в атмосферне повітря викидаються такі забруднюючі речовини: діоксид азоту, оксид азоту, оксид вуглецю, сажа, сірчистий ангідрид, метан, діоксин вуглецю, марганець, оксиди заліза, двоокиси титану та кремнію.

Максимальний викид j -ї забруднюючої речовини визначається за формулою

$$M_j = \frac{1000 \cdot q_j \cdot G \cdot K_T}{3600},$$

де q_j – усереднений питомий викид j -ї шкідливої речовини з одиниці палива, що споживається автомобілем або механізмом, кг/т; G –

витрата палива рухомим складом, т/год; K_T – коефіцієнт, що враховує вплив технічного стану машин на величину питомих викидів

Вихідною інформацією для визначення індивідуальних норм витрат пального та розрахунку потреби служать:

– дані експлуатаційних документів на машини та їх силові установки;

– нормативні показники, які характеризують найбільш раціональні та ефективні умови роботи машин (час внутрішнього змінного використання, коефіцієнт використання потужності двигуна, питома витрата пального при номінальній потужності двигуна, природно-кліматичні умови, нормативи витрат пального);

– результати спеціальних випробувань (хронометраж, фотографія робочого дня);

– звітні дані по планові та фактичні витрати пального (окремо бензину та дизельного пального).

Індивідуальні норми витрати пального визначають на основі паспортних даних про питому витрату пального двигуном конкретних машин різноманітних типів і марок з урахуванням їх завантаження за потужністю та часом. Вони враховують експлуатаційні особливості використання конкретних типів машин при будівництві аеродрому.

Індивідуальна норма витрат пального на одиницю робочого часу машини визначається за формулою

$$q = q_0 \cdot N_e \cdot K \cdot 10^{-3},$$

де q – індивідуальна норма витрати пального, кг/маш-год; q_0 – питома витрата пального при номінальній потужності двигуна, г/кВт-год; N_e – номінальна потужність двигуна будівельної машини, кВт; K – інтегральний нормативний коефіцієнт, що враховує середні умови експлуатації машин протягом робочої зміни. Його значення визначається за формулою

$$K = K_M \cdot K_{T3} \cdot K_{Tn},$$

де K_M – коефіцієнт переходу від змінного робочого часу до годин напруження; K_{T3} – коефіцієнт, що враховує зміну питомої витрати пального на запуск та прогрівання двигуна; K_{Tn} – коефіцієнт, що враховує зміну питомої витрати пального залежно від ступеня використання потужності двигуна.

Під час будівництва аеродрому виникає необхідність розрахувати об'єм пилоутворення від джерел викидів під час пересипання

$$q_{\text{перес.}} = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot B \cdot G \cdot 10^6}{3600}, \text{ г/с}$$

де $q_{\text{перес.}}$ – об'єм пилоутворення джерел викидів під час пересипання; K_1 – вагова частка пилової фракції в матеріалі; K_2 – частка пилу, що переходить в аерозоль; K_3 – коефіцієнт, який враховує місцеві метеорологічні умови; K_4 – коефіцієнт, який враховує ступінь захищеності вузла від зовнішнього впливу; K_5 – коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу; K_6 – коефіцієнт, що враховує поверхню складового матеріалу; K_7 – коефіцієнт, який враховує розмір фракцій матеріалу; B – коефіцієнт, що враховує висоту пересипання.

Викид пилу від заводу по виробництву бетону розраховують за формулою

$$M = \frac{P \cdot q_i}{3600}, \text{ г/с}$$

де P – продуктивність заводу з виробництва цементу, кг/год; q_i – питомий викид забруднюючої речовини від основних видів обладнання заводу.

10.3. Акустичне забруднення середовища при будівництві аеродрому

У процесі будівництва аеродрому використовуються будівельні машини, які здійснюють шумове забруднення аеродрому (екскаватори, вібраційна техніка, автомобільний кран, автомобілі-бортові).

Сумарний рівень шуму, що виникає від декількох будівельних машин, визначають за формулою

$$L_{\Sigma} = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^{i=n} 10^{0,1 \cdot L_i}, \text{ г/с}$$

де L_i – рівень звукового тиску i -го джерела шуму; n – кількість джерел шуму.

Значення еквівалентного рівня шуму, який виникає від основних будівельних машин, наведені в табл. 10.1.

Таблиця 10.1

Значення еквівалентного рівня шуму, який виникає від основних будівельних машин при будівництві аеродрому

| Будівельні машини та механізми | Еквівалентний рівень шуму, дБа |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Екскаватори | 73 |
| Вібраційна техніка | 70 |
| Автомобільний кран | 65 |
| Автомобілі-бортові | 68 |

Підставивши значення рівня звукового тиску для кожного виду транспортного засобу у формулу, отримаємо

$$L_{\Sigma} = 10 \cdot \lg \cdot (10^{7,3} + 10^7 + 10^{6,5} + 10^{6,8}) = 75,96 \text{ дБ.}$$

Отримане значення не перевищує припустимий рівень шуму в робочій зоні, що дорівнює 80 дБ.

10.4. Вібраційний вплив при будівництві аеродрому

При будівельних роботах джерелами вібрацій є машини й механізми, що побудовані на технологіях з ударними та вібраційними навантаженнями. У процесі будівництва аеродрому дуже важко реалізувати противібраційні заходи. Безпосередньо при будівництві застосовуються: віброізолюючі та вібропоглиначі огороження, засоби індивідуального захисту від вібрацій, автоматичний контроль, сигналізація та дистанційне керування. Віброізоляція зменшує передачу вібрацій на тіло працюючого шляхом введення пружних зв'язків з її джерелом. Машини встановлюються на фундаменті з пружними прокладками або на віброізолюючих опорах. Джерела вібрації ізолюються від своєї основи сталевими пружинами або прокладками з пружних елементів. Пружини є універсальним віброізолюючим засобом, а прокладки з пружних матеріалів добре ізолюють вібрації високої частоти.

10.5. Заходи щодо охорони поверхневих та підземних вод під час будівництва аеродрому

Під час будівництва аеродрому головними напрямками в охороні водних об'єктів є раціональне використання водотоків, водойм і

підземних водоносних горизонтів, збільшення оборотного та повторного використання води, впровадження замкнених систем водопостачання, будівництво очисних споруд стічних вод.

Стічні води з виробничих ділянок, що містять бензол, нафтопродукти, кислоти, луги, розчинені метали повинні знешкоджуватись на локальних очисних спорудах.

Вода на будівельному майданчику використовується для санітарно-побутових і технологічних потреб.

Основна кількість домішок, що виносяться у водні об'єкти поверхневим стоком з території аеропортів, міститься в дощовому стоку. Склад домішок у дощовому стоку та їхня концентрація не є стабільними та змінюються в дуже широкому діапазоні.

10.6. Заходи щодо охорони ґрунту

Основними забруднювачами ґрунту на аеродромі є рідкі та тверді відходи виробництва та споживання, гази – продукти згорання палива в двигунах повітряних суден та наземних джерел.

Для запобігання забрудненню ґрунту будівельними відходами та нафтопродуктами необхідно передбачати:

- влаштування спеціального підготовленого майданчика для накопичення будівельних відходів з подальшим вивезенням по існуючими тимчасовими проїздами з твердим покриттям;
- пересування та в'їзд–виїзд автотранспорту з території забудови треба здійснювати спеціально-облаштованою дорогою, яка має тверде покриття.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Як виконується розрахунок викидів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря під час будівництва аеродрому?
2. Як визначається сумарний рівень шуму, що виникає від декількох будівельних машин при будівництві аеродрому?
3. Які заходи і засоби щодо зменшення вібраційного впливу при будівництві аеродромів ви знаєте?
4. Опишіть, для яких потреб використовується вода на будівельному майданчику.
5. Які основні заходи щодо охорони ґрунту при будівництві аеродромів ви знаєте?

Розділ 11

ОЦІНКА ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ЖОРСТКИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

11.1. Види деформацій та руйнувань жорстких аеродромних покриттів та причини їх виникнення

Найбільш характерними деформаціями жорстких аеродромних покриттів є: відшарування верхнього шару покриття, утворення вибоїн, раковин і тріщин, відколи кутів і країв, вертикальні зміщення плит, руйнування стикових з'єднань, кромок плит та заповнювачів швів.

Причини, які викликають пошкодження та дефекти аеродромного покриття, можна звести до трьох видів:

- помилки розрахунків та конструювання, що допущені при вишукуванні та проектуванні;

- порушення технології виконання будівельних робіт (недостатнє ущільнення основи, низька якість матеріалів, порушення вимог до виконання бетонних робіт, несвоєчасне нарізання швів);

- перевищення розрахункових навантажень на покриття повітряними суднами за їх величиною і повторюваністю, порушення технології із застосування теплового і хімічного засобів боротьби з ожеледицею.

Процеси, які призводять до руйнування покриття, можуть характеризуватися як:

- механічні, що викликані прикладанням сили, що перевищує нормативне значення;

- комплексні, що викликані впливом хімічних протижеледних реагентів, мінералізованих ґрунтових вод, змінного заморожування-відтавання.

За ступенем руйнування виділяють три категорії пошкоджень:

- пошкодження аварійного характеру, викликані помилками проектування, будівництва, а також порушенням правил експлуатації споруд;

- руйнування несучих конструкцій, обумовлені впливом зовнішніх та технологічних факторів, а також порушенням правил експлуатації;

- дрібні місцеві пошкодження, які ліквідовуються при поточному ремонті в процесі експлуатації.

Найчастіше всього деформації та руйнування аеродромних покриттів є наслідком не однієї, а цілого ряду причин. Тому дуже важливо виявити основну причину, що дозволяє прийняти найбільш ефективні заходи щодо ліквідації пошкоджень і запобіганню їх подальшому утворенню.

Лущення – це механічне руйнування верхнього шару покриття на глибину 3–5 мм через виробничі дефекти, інтенсивної експлуатації, гідрологічних та кліматичних умов, порушення технології застосування хімічних реагентів для боротьби з ожеледдю, взаємодія високої температури газових струменів авіаційних реактивних двигунів. Ділянки аеродромного покриття, які пошкоджені лущенням, відрізняються низькими експлуатаційними якістьми.

Вибоїни – це результат інтенсивного викришування бетону з недостатньою міцністю під дією динамічних навантажень від повітряних суден. Зазвичай вони мають круглі або овальні заглиблення розміром 5–10 см в плані та глибиною до 8–10 см.

Раковини – це результат застосування неморозостійких крупних заповнювачів. За зовнішнім виглядом раковини схожі з вибоїнами, але мають менші розміри.

Тріщини викликані появою в бетоні напружень, що перевищують межу його міцності під час розтягування та різкими температурними коливаннями. Тріщини найбільш інтенсивно розвиваються на ділянках, де багато разів прикладається навантаження від повітряних суден. Тріщини аеродромних покриттів – це найбільш розповсюдженіший та найбільш небезпечний вид руйнування. Виділяють такі види тріщин: волосяні, поздовжні та поперечні; поверхневі та наскрізні. Волоссяні тріщини (з шириною розкриття менше ніж 0,1 мм) утворюються переважно при усадці бетону. Поверхневі тріщини бувають в основному усадкового та температурного характеру, поступово збільшуються по глибині та довжині, а також часто розгалужуються в різних напрямках.

Наскрізні тріщини виникають зазвичай через сумісну дію експлуатаційного навантаження та температури. Наскрізні тріщини знижують несучу здатність бетонних та армобетонних плит та створюють умови для проникнення води через покриття в ґрунтову основу.

Відколювання кутів та країв плит – це подальший розвиток тріщин під дією колісного навантаження. Причинами таких руйнувань є недостатня міцність бетону через погане ущільнення та неправильна установка штирьових з'єднань в деформаційних швах.

Руйнування кромки плит аеродромного покриття призводять до порушення рівності і збільшенню динамічних навантажень на опори повітряних суден.

Вертикальні переміщення та перекося плит створюють небезпечні умови для експлуатації повітряних суден, що є результатом деформаційних процесів, які відбуваються в ґрунтовій та штучній основі аеродромного покриття.

11.2. Оцінювання транспортно-експлуатаційного стану аеродромного покриття

Оцінювання транспортно-експлуатаційного стану аеродромних покриттів повинне виконуватись відповідно до вимог чинних нормативних документів. Розрізняють якісне та кількісне оцінювання транспортно-експлуатаційного стану аеродромного покриття.

Якісне оцінювання виконується з метою визначення придатності аеродромного покриття за несучою здатністю заданим типом повітряного судна шляхом порівняння класифікаційних чисел повітряних суден *ACN* і несучої здатності покриттів *PCN* при одній і тій самій міцності ґрунтової основи. Класифікаційне число аеродромного покриття має бути не нижчим, ніж класифікаційне число літака, який експлуатується на аеродромному покритті:

$$K \cdot ACN \leq PCN,$$

де *K* – коефіцієнт, який враховує інтенсивність руху літаків.

Кількісне оцінювання визначає придатність покриттів до експлуатації на основі аналізу характеру та кількості пошкоджень. До критеріїв, які характеризують стан поверхні покриття, відносяться:

- параметри, які характеризують виявлені при обстеженні пошкодження;
- кількісні показники експлуатаційно-технічного стану поверхні покриття;
- категорія руйнування.

Методика оцінювання несучої здатності аеродромного покриття включає в себе такі етапи: визначення товщини плити на підставі технічної документації; визначення розрахункового значення коефіцієнта постелі основи за результатами випробування штампом; визначення

розрахункового напруження в бетоні через коефіцієнт запасу та середнє значення міцності.

Найбільш відомим та широко розповсюдженим методом оцінювання транспортно-експлуатаційного стану аеродромних покриттів є метод PCI, що розроблений в США.

Цей метод дозволяє отримати кількісне та якісне оцінювання експлуатаційного стану поверхні аеродромного покриття з урахуванням виду дефектів, ступеня пошкодження: L (low) – низький, M (medium) – середній, H (high) – високий. Даний метод також враховує щільність розподілу дефектів у відсотках від площі досліджуваної ділянки.

Математична модель методу PCI має вигляд

$$PCI = C - \sum_{I=1}^p \sum_{j=1}^{m_j} a_i(T_i, S_j, D_y) \cdot F(t, q),$$

де C – постійна, що дорівнює 100; T – тип дефекту (пошкодження); a_i – показник, що характеризує погіршення стану покриття та залежить від типу дефекту T_i , його ступеня S_j та щільності D_y ; i – порядковий номер дефекту; j – ступінь руйнування, що характеризує рівень небезпечності об'єкта; p – загальна кількість видів дефектів на обстежуваній ділянці; m – кількість ступенів руйнування; $F(t, q)$ – функція, яка залежить від суми показників стану.

Метод PCI жорстких аеродромних покриттів враховує більше десяти типів дефектів: злами кутів, тріщини (поздовжні, поперечні та діагональні), пошкодження герметика в деформаційних швах, усадкові тріщини, сколювання у швах та кутах.

Визначення PCI жорстких аеродромних покриттів включає в себе декілька етапів:

- розбивка елементів аеродрому (злітно-посадкові смуги, руліжні доріжки, місця стоянки, перон) на ділянки, які мають однакову конструкцію та технологію будівництва;
- візуальне обстеження кожного зразка;
- визначення показників стану аеродромного покриття;
- безпосереднє визначення PCI жорсткого аеродромного покриття.

Спочатку вибрані ділянки виділяють на генеральному плані аеропорту (рис. 11.1). Потім кожен ділянку розділяють на зразки (для жорстких покриттів розмір зразка орієнтовно становить 20 плит). Кожен

елемент аеродрому нумерують з метою прив'язки і використання при виконанні повторних обстежень.

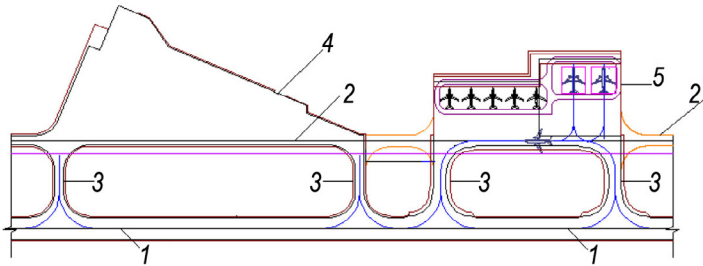


Рис. 11.1. Фрагмент плану аеродромних покриттів:

1 – злітно-посадкова смуга; 2 – магістральна руліжна доріжка; 3 – сполучна руліжна доріжка; 4 – перон; 5 – місця тривалої стоянки літаків

Далі складається дефектний план окремо для кожного зразка. Дефектний план являє собою план штучного покриття з нумерацією поздовжніх та поперечних плит, що виконані в масштабі 1:200. Приклад дефектного плану наведено на рис. 11.2. Реєстрація пошкоджень виконується згідно з умовними позначеннями на дефектному плані, що наведені в табл. 11.1. На основі дефектного плану аеродромного покриття складається відомість пошкоджень (табл. 11.2), у якій вказують: кількість дефектних плит за кожним видом пошкодження для елемента аеродрому в цілому і окремо для ділянки покриття; загальну кількість дефектних плит; відсоткове відношення плит з дефектами до загальної кількості плит.

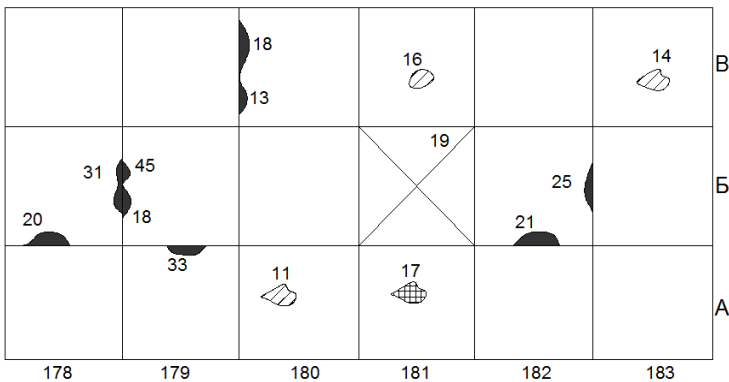


Рис. 11.2. Дефектний план зразка аеродромного покриття

Таблиця 11.1

Умовні позначення та граничнодопустимі значення пошкоджень покриття

| Вид пошкодження | Одиниця виміру | Граничнодопустиме значення | Умовне позначення |
|--|-----------------|---|---|
| Сколювання кромки плит аеродромного покриття | мм | Ширина чи глибина ≥ 30 мм (небезпечність потрапляння стороннього предмету в авіаційний двигун) |  |
| Глибоке лущення | м ² | Руйнування поверхні глибиною до 25 мм, лушення більше ніж 1/4 площі плити |  |
| Вибойни | см ² | Руйнування поверхні глибиною до 25 мм, площа вибоїни $> 0,01$ м ² |  |
| Оголення арматури | м ² | Спостерігається оголення кінця хоча б одного стрижня чи більше $0,1$ м ² |  |
| Просідання плити | мм | Просвіт під рейкою більше 25 мм |  |

Таблиця 11.2

Відомість пошкоджень аеродромного покриття

| Перелік пошкоджень | | Кількість дефектних плит за ділянками покриттів, шт. | | | |
|----------------------------------|----------------|--|-----------------|-------|--------------------------------|
| | | Злітно-посадкова смуга | Руліжні доріжки | Перон | Місця тривалої стоянки літаків |
| Кількість дефектних плит (місць) | шт. | | | | |
| | м ² | | | | |

| Перелік пошкоджень | | Кількість дефектних плит за ділянками покриттів, шт. | | | |
|--|----------------|--|-----------------|-------|--------------------------------|
| | | Злітно-посадкова смуга | Руліжні доріжки | Перон | Місця тривалої стоянки літаків |
| Всього дефектних плит (площа покриття) | шт. | | | | |
| | м ² | | | | |
| Відсоток дефектних плит (площі) | | | | | |

Візуальне обстеження кожної ділянки аеродромного покриття передбачає обстеження кожного зразка, визначення ступеня пошкодження плити та щільність дефектів в дефектному акті. Візуальний огляд аеродромного покриття проводиться бригадою в складі 3-х людей. Оптимальне поле зору приймається 15–20 м на одну людину.

Потім обчислюють щільність розподілу дефекту за формулою

$$D_y = \frac{\sum n_{ij}}{n_\Sigma} \cdot 100\%,$$

де D_y – щільність розподілу дефекту; n_{ij} – кількість плит, які мають i -й дефект j -го ступеня пошкодження; n_Σ – загальна кількість плит у зразку ($n_\Sigma = 20$).

Для кожного типу дефекту, його ступеня та щільності визначають показники стану a_i (при цьому використовуються номограми, що наведені в нормативних документах). Потім обчислюється сума показників стану та визначається наведена величина суми показників стану CDV_i з урахуванням кількості дефектів q .

Визначення індексу експлуатаційного стану покриття PCI для кожного зразка визначають за формулою

$$PCI_i = 100 - CDV_i.$$

PCI ділянки аеродромного покриття визначають як середнє арифметичне значень PCI_i зразків, що обстежувалися

$$PCI = \frac{1}{n} \sum PCI_i,$$

де n – кількість зразків.

За обчисленим середнім значенням індексу PCI встановлюють кількісне оцінювання експлуатаційного стану покриття (табл. 11.3).

Таблиця 11.3

Співвідношення між PCI та станом покриття

| Значення PCI | Рейтинг стану покриття |
|--------------|------------------------|
| 86–100 | Відмінно |
| 71–85 | Дуже добре |
| 56–70 | Добре |
| 41–55 | Задовільно |
| 26–40 | Погане |
| 11–25 | Дуже погане |
| 0–10 | Зруйноване |

Для визначення необхідної кількості зразків, які необхідно дослідити для отримання адекватної оцінки PCI ділянки покриття, використовують залежність

$$n = \frac{N \cdot \sigma_{PCI}^2}{\frac{l^2}{4} \cdot (N - 1) + \sigma_{PCI}^2},$$

де n – потрібна кількість зразків; N – сумарна кількість зразків для даної ділянки аеродрому; σ_{PCI}^2 – середньоквадратичне відхилення PCI зразків в межах ділянки; l – допустима похибка у визначенні PCI всієї ділянки.

Індекс якості аеродромного покриття S_k визначають за формулою

$$S_k = 5 - \frac{100}{N_0} (0,05 \cdot N_1 + 0,1 \cdot N_2 + 0,03 \cdot N_3),$$

де N_1, N_2, N_3 – кількість плит відповідно з тріщинами, відколюваннями та лушенням поверхні; N_0 – загальна кількість плит, що підлягають обстеженню.

За результатами візуального обстеження визначають узагальнений показник пошкоджень аеродромних покриттів D .

Придатність жорсткого аеродромного покриття до експлуатації оцінюють за допомогою показника сигнальної оцінки стану покриття S , який визначається за формулою

$$S = 5,0 - D.$$

При оцінюванні несучої здатності жорстких покриттів, які мають технічну оцінку «задовільно» (табл. 11.3), повинна виконуватись умова міцності ґрунтової основи:

$$\sigma_z \leq P_u,$$

де σ_z – максимальний контактний тиск на ґрунтову основу від навантаження; P_u – граничнодопустиме навантаження на ґрунт, при якому в ґрунтовій основі відсутні деформації зсуву.

Також повинна виконуватись умова міцності:

$$m_d \leq m_u$$

де m_d – максимальний згинальний момент в розрахунковому перерізі плити; m_u – граничний згинальний момент в розрахунковому перерізі плити при необмеженій експлуатації розрахункового навантаження.

Залишковий термін служби жорсткого аеродромного покриття визначається за формулою

$$T_{\text{залишк.}} = T_p - T_\phi,$$

де T_p – розрахунковий термін служби жорсткого аеродромного покриття до незадовільного технічного стану; T_ϕ – фактичний термін служби покриття на момент обстеження до експлуатаційного стану.

Розрахунковий термін служби жорсткого аеродромного покриття визначається за формулою

$$T_p = \frac{2,5}{5 - S} \cdot T_\phi.$$

Дані натурних обстежень дозволяють визначити категорію руйнування існуючого жорсткого аеродромного покриття залежно від кількості плит на ділянці, що має характерні дефекти.

11.3. Аналіз експлуатаційної документації при оцінюванні транспортно-експлуатаційного стану аеродромних покриттів

Для встановлення фактичних умов експлуатації аеродромного покриття складається акт, у якому вказують: рік закінчення будівництва покриття; рік введення покриття в експлуатацію; клас аеродрому; кліматичну зону; ґрунтово-геологічні умови, які впливають на термін служби аеродромного покриття; розміри та конструкцію аеродромного покриття із вказівкою конструктивних шарів злітно-посадкової смуги, магістральних руліжних доріжок, місць стоянок літаків; параметри плит та конструкції стикових з'єднань на злітно-посадковій смузі, руліжних доріжках, місцях стоянок літаків; причини розвитку пошкоджень поверхні покриття обстежуваних елементів аеродромних покриттів з урахуванням виявлених порушень правил експлуатаційного утримання аеродромного покриття.

Аналіз експлуатаційної документації включає в себе вивчення таких документів:

- паспорт аеродрому;
- акти приймання робіт із капітального ремонту аеродромних покриттів;
- акти про використання протиожеледних матеріалів;
- акти робіт із використання теплових машин для видалення обледеніння на аеродромних покриттях.

У процесі аналізу експлуатаційної документації доцільно отримати інформацію, яка включає в себе:

- природно-кліматичні умови в районі льотного поля;
- гідрогеологічні характеристики існуючих ділянок льотного поля;
- конструктивні рішення покриття і штучної основи льотного поля;
- час будівництва, реконструкції та виконання ремонтно-відновлювальних робіт аеродромних покриттів;
- ділянки покриттів, які підлягають ремонту;
- причини, характер і об'єм ремонтно-відновлювальних заходів;
- типи повітряних суден, що експлуатуються на аеродромі;
- здійснювані заходи щодо капітального ремонту пошкоджених аеродромних покриттів елементів льотного поля із вказівкою методів та способів ремонту, об'ємів матеріалів, об'ємів виконання та періодичності ремонту.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Які причини виникнення пошкоджень та дефектів аеродромних покриттів?
2. Які категорії пошкоджень аеродромних покриттів ви знаєте?
3. Що таке якісне та кількісне оцінювання транспортно-експлуатаційного стану аеродромних покриттів?
4. Які етапи включає в себе оцінка несучої здатності аеродромного покриття?
5. Опишіть метод РСІ як найбільш відомий метод оцінки транспортно-експлуатаційного стану аеродромних покриттів.
6. Вивчення яких документів включає в себе аналіз експлуатаційної документації при оцінюванні транспортно-експлуатаційного стану аеродромних покриттів?
7. Яку інформацію отримують в процесі аналізу експлуатаційної документації?

Розділ 12

КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ ЖОРСТКИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

12.1. Загальні відомості про капітальний ремонт аеродромних покриттів

Ремонт аеродромних покриттів поділяється на поточний та капітальний. Поточний ремонт проводять в перервах між здійсненням злітно-посадкових операцій. Поточний виконують силами та засобами аеродромно-експлуатаційних і ремонтно-будівельних підрозділів.

Капітальний ремонт аеродромних покриттів – це запланований за-далегідь обсяг робіт з комплексного відновлення чи підвищення транспортно-експлуатаційних характеристик аеродромів. Капітальний ремонт проводять спеціальні підрядні організації та виконують, як правило, в одну стадію (розробляють робочий проект з кошторисом).

Техніко-економічне обґрунтування капітального ремонту входить в проектну документацію та затверджується одночасно з проектом.

Коли здійснюється капітальний ремонт аеродромних покриттів, то передбачається виконання значних обсягів робіт з ліквідації пошкоджень та руйнувань.

Основними документами проекту на виконання капітального ремонту є:

- план і поздовжній профіль ділянки аеродромного покриття, що ремонтується;
- календарний графік виконання робіт за термінами;
- графік надходження будівельних матеріалів при виконанні ремонтно-відновлювальних робіт;
- характерні поперечні профілі ділянок аеродромних покриттів, що ремонтуються;
- схема розміщення будівельних матеріалів, схема допустимих переміщень в межах льотного поля механізмів, машин і робочих.

Капітальний ремонт аеродромних покриттів виконується в тому випадку, коли руйнування та деформації проходять настільки інтенсивно, що подальше підтримання транспортно-експлуатаційного стану

елементів аеродрому за допомогою поточних ремонтів є економічно недоцільним. Капітальний ремонт жорстких аеродромних покриттів виконується з використанням: армобетону; цементобетону; збірних залізобетонних плит; попередньо напруженого залізобетону; асфальтобетону.

Склад робіт при виконанні капітального ремонту жорстких аеродромних покриттів включає в себе:

- заміну ділянок монолітних покриттів чи окремих плит збірних покриттів;
- вирівнювання покриття, що просіло, в об'ємі до 10 % від загальної площі аеродромних покриттів;
- усунення поверхневих деформацій покриття (відколювань кутів та кромок плит, лущень, вибоїн на ділянках площею до 30 %);
- ремонт та герметизація деформаційних швів.

Перед виконанням ремонтно-відновлювальних робіт жорстких аеродромних покриттів очищається пил та бруд в дефектному місці, а також залишки слабого та пошкодженого бетону (рис. 12.1). Там, де мають місце глибинні руйнування аеродромних покриттів, роблять прямокутний контур, а також нарізають борозни на глибину руйнування бетону.

Видалення дефектних плит аеродромних покриттів є одним із найбільш трудомістких процесів. Пошкоджені плити необхідно звільнити від з'єднань у швах.

Руйнування бетону пошкоджених плит аеродромних покриттів може виконуватись за допомогою:

- машин ударної дії з падаючими робочими органами;
- ручних пневмо- та електроінструментів (пневмобетоноломи, електробетоноломи, відбійні молотки);
- алмазні інструменти для різання бетону та залізобетону.

На великих площах ремонту аеродромних покриттів доцільно використовувати машини ударної дії з падаючими робочими органами. Якщо капітальний ремонт аеродромних покриттів виконується на невеликих площах, то доцільніше застосувати ручні пневмо- та електроінструменти.



Рис. 12.1. Видалення слабого бетону з поверхні тріщини аеродромного покриття

Вибір плит для заміни аеродромного покриття залежить від конфігурації, товщини та розмірів плит, що підлягають заміні.

Арматурний каркас плити встановлюється так, щоб плита після виготовлення мала верхній та нижній захисні шари по 3 см.

12.2. Використання асфальтобетонів при капітальному ремонті жорстких аеродромних покриттів

У теперішній час широко застосовуються асфальтобетонні суміші при виконанні капітального ремонту жорстких аеродромних покриттів. Це пояснюється простою технологією та механізацією робочих процесів, невеликою вартістю та доступністю їх застосування, а також швидкістю відкриття руху після виконання капітального ремонту.

Однак асфальтобетонні покриття мають суттєві недоліки, які полягають у старінні під впливом кліматичних факторів та чутливості до зміни температурних умов, що призводить до різкої зміни властивостей, порушення зчеплення та відшарування.

Бітумно-мінеральні матеріали володіють високим світлопоглинанням, що псує загальний вигляд цементобетонних покриттів. Це

може призвести до такого явища, як «темний провал» аеродромного покриття. Це негативне явище, суть якого полягає в тому, що під час посадки літака в нічний час пілот повітряного судна не може оцінити відстань до поверхні через погану видимість.

Також основним недоліком асфальтобетонного покриття є недостатнє зчеплення з цементобетонним покриттям.

Перераховані недоліки не дозволяють розраховувати на тривалу сумісну роботу бітумно-мінеральних матеріалів з цементобетонним покриттям. У цьому випадку ремонт розглядається як тимчасовий вимушений захід. Найбільш раціональна область застосування асфальтобетону – вирівнювання та капітальний ремонт поверхні цементобетонних покриттів. Але при цьому необхідно вирішити цілий ряд технічних завдань для досягнення максимального ефекту від використання асфальтобетону. Як показує практика, асфальтобетонні шари на цементобетонній основі швидко розтріскуються та виходять із ладу через 4–5 років.

Склад робіт при виконанні капітального ремонту та підсилення існуючих цементобетонних покриттів асфальтобетоном складаються з таких етапів:

- підготовка старого цементобетонного покриття (рис. 12.2);
- забезпечення зчеплення нижнього шару асфальтобетонного покриття з цементобетонною основою;
- влаштування та ущільнення асфальтобетонного покриття.



Рис. 12.2. Підготовлене старе цементобетонне аеродромне покриття перед нанесенням шарів асфальтобетону

При укладанні асфальтобетону одним асфальтоукладачем довжина захватки змінюється від 60 до 100 м залежно від товщини шару, в'язкості бітуму та температури повітря.

Ущільнення асфальтобетонного покриття проводиться самохідними котками на пневматичних шинах масою 11–18 тонн та вальцевими котками (рис. 12.3). Ущільнення асфальтобетонного покриття на аеродромі необхідно виконувати за максимально можливої температури суміші.



Рис. 12.3. Ущільнення асфальтобетонного покриття самохідними котками на пневматичних шинах та вальцевими котками

Останнім часом при капітальному ремонті жорстких аеродромних покриттів з використанням асфальтобетону широко застосовуються геосинтетичні матеріали. Армування геосинтетичними матеріалами (рис. 12.4) дає змогу підвищити стійкість асфальтобетонних покриттів проти утворення тріщин над швами і тріщин цементобетонного покриття. Георешітки не є корозійним матеріалом та не піддаються дії масел, палива та солей, а також є стійкими до високих температур та можуть вкладатись за температури асфальтобетонної суміші принаймні 1650 °С без значних змін в геометрії та фізичних властивостях.



Рис. 12.4. Геосинтетичний матеріал для виконання армування аеродромного покриття

З метою збільшення зсувостійкості та міцності покриттів армування застосовують на стартових ділянках злітно-посадкових смуг, в місцях систематичного запуску двигунів, на групових місцях стоянки літаків. На руліжній доріжці армування виконується по всій ширині та довжині.

12.3. Використання полімерних бетонів для ремонту жорстких аеродромних покриттів

Полімербетони володіють високими показниками адгезії до бетону, які в декілька разів перевищують аналогічні показники звичайних дорожніх бетонів та розчинів; швидким твердінням; високою хімічною стійкістю.

Але полімербетони мають також суттєві недоліки: невисоку стійкість при дії лужного середовища, а також обмежену водостійкість. Щільна структура полімербетонів забезпечує високу морозостійкість (до 200 циклів). Однак міцність взаємозв'язку полімер бетону при дії заморожування-відтавання недостатня.

Багатокомпонентність полімербетонів, підвищена початкова адгезія вихідних матеріалів, екзотермічні процеси при твердінні, чутливість до температурних змін створюють підвищені труднощі в механі-

зації процесів виготовлення та нанесення складів. Як правило, вони готуються невеликими порціями по 10-30 кг залежно від температурних умов.

12.4. Використання цементних розчинів та бетонів для ремонту жорстких покриттів

При виконанні капітального ремонту жорстких аеродромних покриттів поверхня покриття повинна ретельно бути очищена від бруду та слабозв'язних шарів бетону. У більшості випадків поверхня аеродромного покриття ґрунтується, що забезпечує надійність зчеплення нового бетону зі старим.

Як клей для цього прошарку використовують цементні розчини складу 1:1 чи цементне тісто консистенції густої фарби з водоцементним відношенням від 0,35 до 0,41. У цьому випадку також можуть застосовуватись спеціальні колоїдні клеї: активований, колоїдний з підвищеними адгезійними властивостями та однорідністю.

Після виконання підготовчих робіт відбувається укладання і заповнення неглибоких нерівностей (до 3–4 см) на зруйнованих ділянках покриттів, а також ущільнення переважно цементних розчинів складів від 1:1 до 1:4 пластичної та жорсткої консистенції, в яких зростає вміст та крупність заповнювача та зменшується кількість повітря при збільшенні товщини шару.

Недоліком розчинів та дрібнозернистих бетонів пластичної консистенції на звичайних цементах є тривалий термін твердіння, який не дозволяє відкрити рух раніше, ніж через 3–15 діб, а також підвищена усадка бетону, що підвищує ймовірність відшарування та розтріскування ремонтного шару.

Використання спеціальних видів цементу (наприклад, глиноземистого) пов'язане зі збільшенням вартості виконання ремонтно-відновлювальних робіт на аеродромі. Реалізація переваг швидкого твердіння матеріалів, які застосовуються для ремонту покриттів, можлива тільки при максимальній механізації.

Вимоги укладання ремонтних матеріалів тонкими шарами та швидкого набору міцності обумовлюють вибір раціональної технології ремонту, яка в певний момент може бути виявлена та розроблена у зв'язку з розвитком армоцементу та армоцементних конструкцій, дослідженням і застосуванням піщаних бетонів. Вимоги до основних вла-

стивостей ремонтного матеріалу на цементному в'язучому наведені в табл. 12.1.

Таблиця 12.1

Співвідношення між РСІ та станом покриття

| Показники порівняння | Властивості дрібнозернистого бетону |
|--|---|
| Границя міцності на стиск R_{ct} , МПа | >50 |
| Границя міцності на розтяг при згині R_{pt} , МПа | >4,9 |
| Коефіцієнт лінійного температурного розширення, $^{\circ}\text{C}^{-1}$: – при звичайних змінах температури; – при можливому нагріванні до 200 $^{\circ}\text{C}$ від двигунів повітряних суден та теплових машин | $<12 \cdot 10^{-6}$ $<12 \cdot 10^{-6}$ |
| Стирання, $\text{г}/\text{см}^2$ | 0,2 |
| Гранична відносна деформація осідання | $(0,2-0,26) \cdot 10^{-6}$ |
| Морозостійкість (кількість циклів заморожування-відтавання) | 750 циклів без втрати ваги та зниження міцності |
| Довговічність, роки | Комплексна властивість, яка оцінюється переважно за морозостійкістю, що дозволяє говорити про відповідність властивостей дрібнозернистого (піщаного) бетону поставленим вимогам |
| Терmostійкість | Не нижче показників звичайного дорожнього аеродромного бетону |
| Атмосферна стійкість | Стійкий |
| Корозійна стійкість | Стійкий |
| Колір | Світло-сірий |

Закінчення табл. 12.1

| Показники порівняння | Властивості дрібнозернистого бетону |
|--|--|
| Швидкість твердіння матеріалу за міцністю на стиск за першу добу | 29,4 |
| Умови твердіння матеріалу | Температура повітря повинна бути не нижчою +5 °С, відносна вологість до 100 % при відсутності атмосферних осідань |
| Товщина ремонтного шару, що укладається | 0,5–10 |
| Можливість раннього навантаження | Повинен пропускати разові проходи транспорту по свіжозкладеному матеріалу без серйозних порушень і впливу самого матеріалу на транспортні засоби |
| Токсичність | Повинна бути відсутньою |
| Забруднення навколишнього середовища | Повинне бути відсутнім |
| Коефіцієнт ущільнення | 0,95–0,98 |
| Міцність на осьове розтягання, МПа | 6,9 |
| Статичний модуль пружності, МПа | $461 \cdot 10^2$ |
| Динамічний модуль пружності, МПа | $550 \cdot 10^2$ |
| Водонепроникність, МПа | >1,47–1,67 |
| Водопоглинання, % | <3 |

Одним із важливих технологічних процесів, що визначають отримання швидкотвердіючих дрібнозернистих бетонів з необхідними властивостями, є ущільнення бетонної суміші.

Кінетика зростання міцності ремонтного шару із цементно-піщаного бетону залежно від ступеня ущільнення наведена на рис. 12.5.

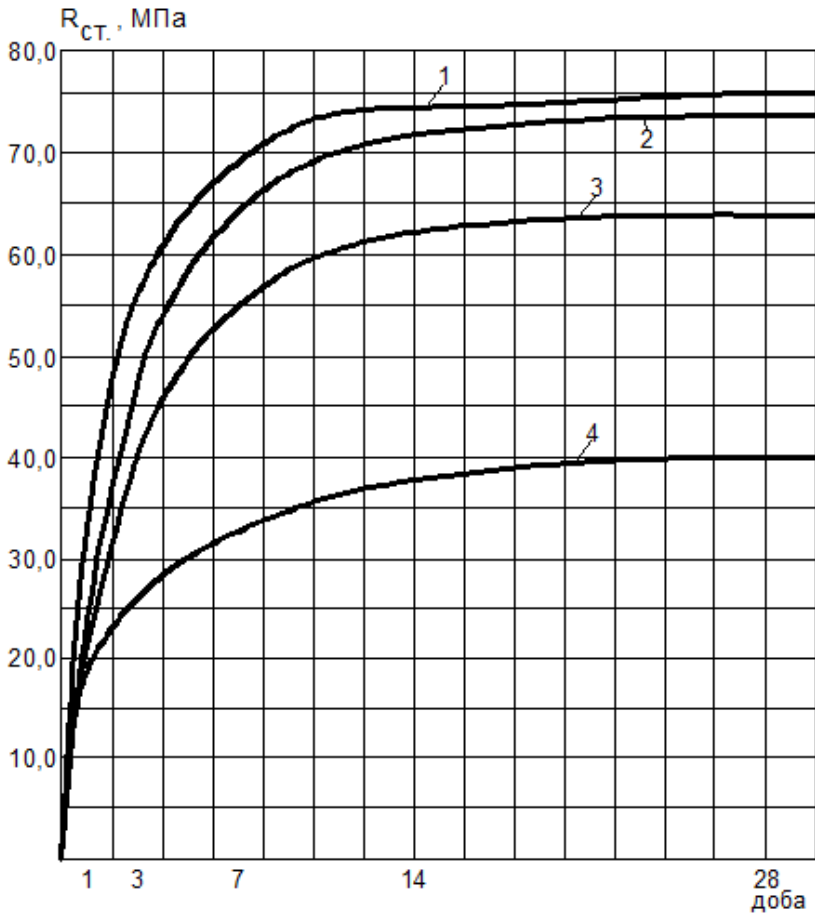


Рис. 12.5. Кінетика зростання міцності цементно-піщаного бетону залежно від ступеня його ущільнення. Коefіцієнт ущільнення: 1 – 0,98; 2 – 0,97; 3 – 0,95; 4 – 0,91

Міцнісні та деформаційні властивості ремонтного матеріалу повинні відповідати напружено-деформованому стану відремонтованої конструкції аеродромного покриття.

Навантаження від повітряних суден впливає не тільки на конструкцію аеродромного покриття в цілому, але й викликає місцеве руйнування кромek як на цементобетонних покриттях, так і в шарах ремонтного матеріалу.

12.5. Взаємодія ремонтного шару та бетонного покриття з урахуванням температурних деформацій та деформацій осідання

Схема згину відремонтованої шаруватої плити у випадку нагрівання та охолодження наведена на рис. 12.6 та 12.7.

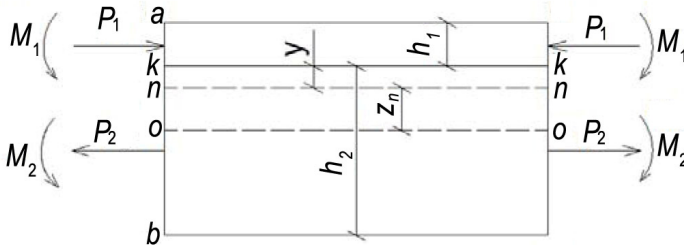


Рис. 12.6. Схема згину відремонтованої плити у випадку нагрівання

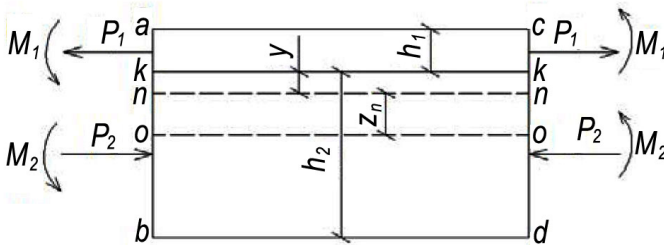


Рис. 12.7. Схема згину відремонтованої плити у випадку охолодження

Нехай коефіцієнт лінійного температурного розширення α_1 ремонтного шару є більшим, ніж шару основи α_2 . Тоді при нагріванні ремонтний шар, що має більший коефіцієнт лінійного температурного розширення, буде піддаватися стиску та згину, а шар основи – згину і розтягу.

Внутрішні зусилля за поперечними перерізами ab і cd приводять ся в зоні ремонтного шару до стискаючого зусилля P_1 і до пари M_1 , а в зоні шару основи – до розтягуючого зусилля P_2 і до пари M_1 . Внутрішні зусилля в будь-якому поперечному перерізі системи повинні бути в рівновазі, тому

$$\frac{P(h_1 + h_2)}{2} = M_1 + M_2.$$

Враховуючи, що

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= \frac{D_1}{r} \\ M_1 &= \frac{D_2}{r} \end{aligned} \right\},$$

де D_1, D_2 – циліндричні жорсткості при згині шарів; r – радіус кривизни при згині шаруватої конструкції.

Отримаємо

$$\frac{P(h_1 + h_2)}{2} = \frac{1}{r}(D_1 + D_2).$$

Виходячи із умови рівності відносних деформацій ремонтного шару і шару основи на їхніх контактних поверхнях, виводимо рівняння для обчислення P і r

$$\alpha_1 \Delta t - \frac{P}{E_1 b h_1} - \frac{y}{r} = \alpha_2 \Delta t + \frac{P_2}{E_2 b h_2} + \frac{y}{r},$$

b – ширина шаруватої плити; y – відстань від контактної до нейтральної поверхні шарів; Δt – величина зміни температури; α_1, α_2 – коефіцієнт лінійного температурного розширення ремонтного шару і шару основи відповідно; E_1, E_2 – модулі пружності ремонтного шару та шару основи відповідно.

Максимальне напруження розтягу в бетоні основи поблизу контактного шару визначається за формулою

$$\sigma_{\max} = \frac{1}{r} \cdot \left[\frac{2 \cdot (D_1 + D_2)}{(h_1 + h_2) h_2 b} + E_2 y \right].$$

У граничному стані якщо $R = \sigma_{\max}$, отримаємо для випадку нагрівання

$$\alpha_1 - \alpha_2 = \frac{R \cdot \left[2(D_1 + D_2) \cdot \left(\frac{1}{E_1 \cdot h_1} + \frac{1}{E_2 \cdot h_2} \right) / (h_1 + h_2) + 2y \right]}{\Delta t \cdot [2 \cdot (D_1 + D_2) / (h_1 + h_2) \cdot h_2 + E_2 y]}$$

де R – границя міцності на розтяг при згині бетону покриття.

Формула дозволяє визначити величину $\Delta \alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ і обґрунтувати граничне значення α_1 для ремонтного матеріалу, знаючи коефіцієнт

лінійного температурного розширення ремонтovanого бетону покриття α_2 . В даному випадку напруження, що виникають в зоні контакту шарів в бетоні покриття, не перевищують його границю міцності та забезпечується необхідна міцність контакту у відремонтованій конструкції.

Не менш важливим є визначення граничних значень α_1 із умови міцності матеріалу ремонтного шару. В цьому випадку найбільш несприятливими є умови, при яких температура відремонтованої конструкції знижується. Ремонтний шар буде піддаватися розтягу та згину випуклістю в сторону шару бетонного покриття, а останній буде піддаватися стиску та згину. Ремонтний шар в зоні контакту буде сприймати напруження розтягу. Для випадку зниження температури формула перед ризикою дробу матиме від'ємний знак

$$\alpha_1 - \alpha_2 = - \frac{R \cdot \left[2(D_1 + D_2) \cdot \left(\frac{1}{E_1 \cdot h_1} + \frac{1}{E_2 \cdot h_2} \right) / (h_1 + h_2) + 2y \right]}{\Delta t \cdot \left[2 \cdot (D_1 + D_2) / (h_1 + h_2) \cdot h_2 + E_2 y \right]}.$$

Гранично допустима відносна деформація осідання ремонтного шару визначається за формулою

$$\epsilon_{\text{осідання}} = \frac{-K \cdot R \left[2 \cdot (D_1 + D_2) \cdot \left(\frac{1}{E_1} \cdot h_1 + \frac{1}{E_2} \cdot h_2 \right) / (h_1 + h_2) + 2y \right]}{2 \cdot (D_1 + D_2) / (h_1 + h_2) \cdot h_1 + E_1 y},$$

де $\epsilon_{\text{осідання}}$ – відносна деформація осідання ремонтного матеріалу; R – границя міцності на розтяг при згині матеріалу ремонтного шару.

Формула дозволяє визначити гранично допустимі деформації осідання ремонтного матеріалу на цементному в'язучому з урахуванням його міцності, зміни товщин та циліндричної жорсткості шарів.

Навантаження від повітряних суден впливає не тільки на конструкцію покриття загалом, але викликає і місцеве руйнування кромки як на цементобетонних покриттях, так і в шарах ремонтного матеріалу. Ідея можливого скорочення сколювань кромки полягає в обґрунтуванні необхідної міцності ремонтного матеріалу чи цементобетону в покритті, що відповідає чинним нормативним навантаженням.

Мінімальна міцність ремонтного матеріалу чи бетону в покритті із умови міцності кромки визначається за формулою:

$$R \geq \frac{q}{0,157} \cdot (\sin 2\alpha + 2K_{зч.} \cdot \sin^2 \alpha) \cdot K,$$

де q – інтенсивність вертикального навантаження; α – кут площини ковзання при відколюванні кромки ремонтного шару; $K_{зч.}$ – коефіцієнт зчеплення колеса повітряного судна з жорстким аеродромним покриттям. Коефіцієнт K , який входить в формулу, визначається за залежністю

$$K = \frac{K_{дн} \cdot n_p}{m \cdot K_{б} \cdot K_{д.зм}},$$

де m – коефіцієнт умов роботи кромки; $K_{б}$ – коефіцієнт однорідності бетону в зоні кромки покриття; $K_{д.зм}$ – коефіцієнт динамічного зміцнення матеріалу ремонтного шару; $K_{дн}$ і n_p – коефіцієнти динамічності і перевантаження відповідно. Коефіцієнт динамічного зміцнення матеріалу ремонтного шару визначається за формулою

$$K_{д.зм.} = 1,42 - 0,14 \cdot \lg t_{\text{навантаження}} + 0,01 \cdot (\lg t_{\text{навантаження}})^2,$$

де $t_{\text{навантаження}}$ – тривалість дії транспортного навантаження від коліс повітряного судна.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Що таке капітальний та поточний ремонт аеродромних покриттів?
2. Які основні документи проекту на виконання капітального ремонту аеродромних покриттів ви знаєте?
3. Який склад робіт під час капітального ремонту жорстких аеродромних покриттів?
4. Опишіть використання асфальтобетонів при капітальному ремонті жорстких аеродромних покриттів?
5. Який склад робіт при виконанні капітального ремонту та підсилення існуючих цементобетонних покриттів асфальтобетоном?
6. Опишіть використання полімерних бетонів у випадку ремонту цементобетонних покриттів?

7. Які вимоги висуваються до основних властивостей ремонтного матеріалу на цементному в'язучому?
8. Яким чином відбувається зростання міцності цементно-піщаного бетону залежно від ступеня його ущільнення?
9. Яким чином взаємодіє ремонтний шар та бетонне покриття з урахуванням температурних деформацій та деформацій осідання?
10. Як визначається мінімальна міцність ремонтного матеріалу чи бетону в покритті?

Розділ 13

КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

13.1. Загальні відомості про застосування асфальтобетону при капітальному ремонті аеродромних покриттів

У теперішній час асфальтобетон є одним із основних матеріалів, що застосовується при капітальному ремонті аеродромних покриттів. На аеродромах асфальтобетонні покриття влаштовуються для нормативних навантажень III–IV категорій, а також для підсилення існуючих жорстких аеродромних покриттів. Спостерігається тенденція підвищення зростання застосування асфальтобетонних покриттів при капітальному ремонті аеродромів. Як правило, основний обсяг використання асфальтобетону на покритті злітно-посадкової смуги належить аеродромам класів Б і В, де асфальтобетон використовують для влаштування нежорстких аеродромних покриттів та підсилення всіх видів жорстких аеродромних покриттів. На аеродромах класу А асфальтобетонні покриття не влаштовують, однак, в окремих випадках використовують для підсилення жорстких аеродромних покриттів із монолітного цементобетону і залізобетону. Широке застосування асфальтобетону на аеродромних покриттях зумовлено такими факторами:

- обмежені терміни виконання робіт із капітального ремонту;
- можливість проведення ремонтних робіт без припинення злітно-посадкових операцій на аеродромах;
- простота влаштування даного типу покриття та невеликою вартістю порівняно з влаштуванням покриттів жорсткого типу.

Більшість аеропортів класів Б та В потребують підсилення існуючих покриттів з метою переходу покриттів в більш високий клас та можливість експлуатації сучасних повітряних суден.

Асфальтобетон є менш довговічним матеріалом порівняно з цементобетоном та іншими видами жорстких аеродромних покриттів. Асфальтобетонні аеродромні покриття мають такий недолік, як відображені тріщини. Всі види дефектів асфальтобетонних аеродромних покриттів зображені на рис. 13.1, 13.2.



Рис. 13.1. Дефекты асфальтобетонного аэродромного покрытия



Рис. 13.2. Сітка тріщин асфальтобетонного аеродромного покриття

Дефекти щебеневого вимощення асфальтобетонного аеродромного покриття зображені на рис. 13.3.



Рис. 13.3. Дефекти щебеневого вимощення асфальтобетонного аеродромного покриття

Через деякий час на поверхні підсиленого аеродромного покриття проявляються дефекти нижнього шару аеродромного покриття, які в кінцевому випадку знижують несучу здатність підсиленого аеродромного покриття, що потребує проведення чергових ремонтних заходів. Асфальтобетонні шари підсилення мають обмежений термін служби, оскільки укладаються на пошкоджені покриття та основи.

У процесі приготування асфальтобетонної суміші необхідно контролювати якість матеріалів, температурний режим приготування бітуму та асфальтобетонної суміші.

Під час контролю якості асфальтобетонного покриття, що вкладається, перевіряють: рівність; щільність та чистоту основи; температуру асфальтобетонної суміші; рівномірність розподілу асфальтобетонної суміші; товщину укладеного шару асфальтобетону (із врахуванням коефіцієнта ущільнення); ступінь ущільнення; поздовжній та поперечний ухили.

Важливо, що середня температура асфальтобетонного покриття на центральній частині злітно-посадкової смуги до моменту посадки першого літака для запобігання утворенню хвиль та колії не повинна перевищувати 50 °С.

13.2. Способи капітального ремонту асфальтобетонних аеродромних покриттів

На асфальтобетонному аеродромному покритті виникають деформації у вигляді тріщин, викришування верхнього шару покриття, вибоїв, зсувів і хвиль, утворення колій, просідань, розплавлень і видувань. Капітальний ремонт асфальтобетонних аеродромних покриттів виконують в тому випадку, коли утворення пошкоджень проходить настільки інтенсивно, що подальше підтримання покриття в належному експлуатаційному стані шляхом поточного ремонту є економічно недоцільним.

При капітальному ремонті асфальтобетонних покриттів аеродромів, залежно від дорожньо-кліматичної зони, використовують асфальтобетонні суміші згідно з ДСТУ Б В.2.7-3.19 «Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний». Області використання асфальтобетонної суміші та асфальтобетону в пок-

ритті злітно-посадкових смуг та магістральних руліжних доріжок наведені в табл. 13.1.

Область використання асфальтобетонної суміші та асфальтобетону в покритті сполучних руліжних доріжок, місць зупинок та перонів аеропортів наведена в табл. 13.2.

Таблиця 13.1

Область використання асфальтобетонної суміші та асфальтобетону у покритті злітно-посадкових смуг та магістральних руліжних доріжок

| Шифр району | Марка бігумного в'язучого | Категорія нормативного навантаження | | | | | | | |
|-------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| | | I | | II | | III | | IV | |
| | | Тип асфальтобетонної суміші | Марка асфальтобетону | Тип асфальтобетонної суміші | Марка асфальтобетону | Тип асфальтобетонної суміші | Марка асфальтобетону | Тип асфальтобетонної суміші | Марка асфальтобетону |
| A-1 | БНД 60/90 БНД 90/130 | Б, В | I | Б, В | I | Б, В | I | Б, В, Г | II |
| A-2 | БНД 60/90 БНД 90/130 | Б, В | I | Б, В | I | Б, В | I | Б, В, Г | II |
| A-3 | БНД 60/90 БНД 90/130 | Б, В | I | Б, В | I | Б, В | I | Б, В, Г | II |
| A-4 | БНД 60/90 БНД 90/130 | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | I | А, Б, Г | II |
| A-5 | БНД 40/60 БНД 60/90 | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | I | А, Б, Г | II |
| A-6 | БНД 40/60 БНД 60/90 | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | I | А, Б, Г | II |
| A-7 | БНД 40/60 БНД 60/90 | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | I | А, Б, Г | II |

Технологія виконання робіт із капітального ремонту аеродромних покриттів із застосуванням асфальтобетонних сумішей не має суттєвих відмінностей від технології влаштування асфальтобетонних покриттів при новому будівництві.

Таблиця 13.2

**Область використання асфальтобетонної суміші та асфальтобетону
у покритті сполучних руліжних доріжок, місць зупинок та перонів
аеропортів**

| Шифр району | Марка бі- тумного в'язучого | Категорія нормативного навантаження | | | | | | | |
|-------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| | | I | | II | | III | | IV | |
| | | Тип асфальтобетонної суміші | Марка асфальтобетону | Тип асфальтобетонної суміші | Марка асфальтобетону | Тип асфальтобетонної суміші | Марка асфальтобетону | Тип асфальтобетонної суміші | Марка асфальтобетону |
| А-1 | БНД 60/90 БНД 90/130 | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | II |
| А-2 | БНД 60/90 БНД 90/130 | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | II |
| А-3 | БНД 60/90 БНД 90/130 | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | II |
| А-4 | БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | II |
| А-5 | БНД 40/60 БНД 60/90 | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | II |
| А-6 | БНД 40/60 БНД 60/90 | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | II |
| А-7 | БНД 40/60 БНД 60/90 | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | I | А, Б | II |

Капітальний ремонт асфальтобетонних покриттів аеродромів можна виконувати двома способами:

– ремонт руйнувань існуючого покриття із влаштуванням нових асфальтобетонних шарів;

– холодне фрезерування існуючого асфальтобетонного покриття частково чи на товщину верхнього шару з улаштуванням нових шарів асфальтобетону.

Головними недоліками варіанта капітального ремонту асфальтобетонних покриттів аеродромів із влаштуванням нових асфальтобетонних шарів є значні витрати на влаштування асфальтобетонних шарів із нових сумішей та проявлення дефектів існуючого покриття в шарах підсилення при експлуатації.

Переваги холодного фрезерування існуючого асфальтобетонного покриття перед традиційними технологіями виконання ремонтно-відновлювальних робіт такі:

- збереження старих відміток аеродромного покриття;
- економічність;
- ліквідація пошкоджень і зняття внутрішніх напружень в шарах покриття, що видаляється.

Основними недоліками холодного фрезерування є неможливість видалення пошкоджень шарів основи та великі витрати на влаштування нових шарів покриття.

Традиційні способи ремонту асфальтобетонних аеродромних покриттів – це процес, що вимагає великих затрат та потребує залучення значного об'єму нових дорожньо-будівельних матеріалів, використання великої кількості техніки та трудових ресурсів. Тому виникає потреба звернутися до більш досконалих сучасних методів ремонту аеродромних покриттів. Одним із таких методів є регенерація.

13.3. Ремонт і відновлення асфальтобетонних аеродромних покриттів з використанням регенерації

Регенерація асфальтобетонних аеродромних покриттів – це така переробка існуючого матеріалу, яка дозволяє підвищити транспортно-експлуатаційний стан аеродромного покриття до належного рівня при ефективному використанні старого асфальтобетону та мінімальних витратах нових матеріалів. Регенерація може здійснюватись двома способами: гарячим та холодним.

Технологія гарячої регенерації асфальтобетонних покриттів полягає в розігріві асфальтобетону тепловою енергією інфрачервоного випромінювання, подрібненні існуючого матеріалу покриття, змішуванні суміші на аеродромі чи в спеціальних установках (з використанням чи без використання добавок), розподілі та ущільненні отриманої суміші у вигляді шару.

Технологія холодної регенерації полягає в подрібненні існуючого матеріалу покриття шляхом холодного фрезерування, змішуванні су-

міші на аеродромі чи спеціальних установках (з використанням чи без використання в'язучих речовин), розподілі отриманої суміші у вигляді шару та його ущільненні.

Суттєва перевага способів регенерації асфальтобетонних покриттів є зменшення ремонтних витрат за рахунок повторного використання матеріалів старих асфальтобетонних покриттів.

Є два способи регенерації асфальтобетонних покриттів: гарячий та холодний. Кожний з них може здійснюватися як на місці, так і на заводі.

Гаряча регенерація (ресайклінг) асфальтобетонних аеродромних покриттів включає в себе такі технологічні операції:

- підготовчі роботи;
- нагрівання;
- розпушування;
- збір розпушеної суміші, додавання нової та змішування;
- розрівнювання;
- попереднє ущільнення;
- остаточне ущільнення.

До підготовчих робіт належить: огороження місця виконання робіт; розмітка ділянки; завантаження нової суміші в приймальний бункер; очищення ділянки, що підлягає ремонту, від пилу, бруду, сміття та води. Для розігрівання асфальтобетонного покриття застосовують розігрівачі для інфрачервоного нагрівання асфальтобетону над ділянкою, призначеною для ремонту (рис. 13.4).

Розігрівач асфальтобетонного покриття вимикають на 5–10 хв. Потім установку для інфрачервоного нагрівання асфальтобетону переміщують на наступну ділянку, що підлягає ремонту (таким чином забезпечується неперервність виконання ремонтних робіт: доки наступна ділянка нагрівається, попередня обробляється). Розігрівач для інфрачервоного нагрівання асфальтобетонного аеродромного покриття розігріває існуючий асфальтобетон на ділянці ремонту до температури 150–180 °С без відкритого вогню.

Розпушування і фрезерування матеріалу асфальтобетонного покриття виконують гарячим ресайклером – машина, що призначена для ремонту асфальтобетонного покриття за технологією гарячого ресайклінгу (рис. 13.5).



Рис. 13.4. Розігрівач для інфрачервоного нагрівання асфальтобетонного аеродромного покриття



Рис. 13.5. Гарячий ресайклер фірми «Wirtgen»

Розігрітий та розпушений матеріал подається у камеру змішування. Бітум і новий асфальтобетон додається в готовий матеріал в змішувачі. Тривалість змішування триває приблизно 1 хв та залежить від швидкості руху машини. Після змішування суміш потрапляє у вигляді валика на нагріту основу, а потім укладається за допомогою плити, що оснащена трамбуючим брусом та віброплитою.

На регенований шар укладають новий шар асфальтобетону та виконують попереднє, а потім основне ущільнення за допомогою вальцевих котків.

Однак технологія гарячого фрезерування асфальтобетонних покриттів не знайшла широкого застосування через швидке старіння бітуму при розігріванні старого покриття та низьку довговічність відновленого покриття. Крім того, технологія гарячого ресайклінгу потребує великої кількості енергії на розігрівання матеріалу старого асфальтобетону, що робить цю технологію економічно не вигідною. При виконанні ремонтно-відновлювальних робіт на аеродромах із застосуванням гарячого ресайклінгу наноситься значна шкода навколишньому середовищу. Тому, враховуючи наведене вище, в багатьох країнах світу відмовились використовувати гаряче фрезерування при виконанні ремонтно-відновлювальних робіт як на аеродромах, так і на автомобільних дорогах. На зміну гарячому ресайклінгу прийшов холодний ресайклінг.

Холодний ресайклінг – це сучасна прогресивна технологія відновлення нежорстких аеродромних та дорожніх покриттів. Технологія холодного ресайклінгу має такі переваги перед повною реконструкцією та нанесенням додаткових шарів на існуючу поверхню:

- висока якість відновленого аеродромного та дорожнього одягу;
- мінімальна деформація земляного полотна;
- невелика тривалість будівельних робіт;
- економічність.

Раніше зазначалось, що холодний ресайклінг може здійснюватись як на місці, так і на заводі.

Холодний ресайклінг на місці передбачає виконання всіх технологічних операцій комплектом спеціалізованих машин. Спосіб холодного ресайклінгу зі змішуванням в установці (на заводі) передбачає змішування фрезерованого матеріалу на центральному заводі.

Існує ще й комбінований варіант здійснення холодного ресайклінгу, який поєднує елементи холодного ресайклінгу на місці та на заводі.

Органо-мінеральну суміш, яка утворюється при подрібненні старого асфальтобетону, називають асфальтовим гранулятом. При додаванні в асфальтовий гранулят в'язучого (неорганічного, органічного чи комплексного) утворюється асфальтогранулобетонна суміш. Крім того, в асфальтовий гранулят можна додавати й мінеральний заповнювач. Асфальтогранулобетонна суміш після ущільнення перетворюється в асфальтогранулобетон.

У закордонній практиці виділяють такі типи асфальтогранулобетонних сумішей:

- асфальтогранулобетонна суміш без додавання в'язучої речовини;
- асфальтобетонна суміш із додаванням розігрітого бітуму;
- асфальтогранулобетонна суміш із додаванням спіненого бітуму;
- асфальтогранулобетонна суміш із додаванням бітумної емульсії;
- асфальтогранулобетонна суміш із додаванням мінеральної в'язучої речовини (цементу, вапняку);
- асфальтогранулобетонна суміш із додаванням комплексної в'язучої речовини (бітумна емульсія чи спінений бітум з цементом).

Холодний ресайклінг на заводі здійснюється у змішувачах стаціонарного або напівстаціонарного типу. При застосуванні цього виду відновлення матеріал старого покриття перевозиться у відвал, звідки він забирається змішувачем примусової дії.

При виконанні ремонтно-відновлювальних робіт асфальтобетонних аеродромних покриттів за способом холодного ресайклінгу на місці передбачається використання такого комплекту машин та механізмів:

- ресайклер на гусеничному чи пневмоколісному ході (рис. 13.6–13.7);
- цистерна з бітумною емульсією чи цементно-водною суспензією;
- поливо-мийна машина;
- автогрейдер;
- коток самохідної дії.



Рис. 13.6. Холодний ресайклер на пневмоколісному ході WR 2500 (фірма «Wirtgen»)



Рис. 13.7. Холодний ресайклер на гусеничному ході (фірма «Wirtgen»)

Технологія холодного ресайклінгу асфальтобетонних аеродромних покриттів включає в себе такі види робіт:

- підготовчі роботи;
- роботи основного циклу;
- профілювання обробленого матеріалу автогрейдером;
- ущільнення матеріалу до необхідного стану котками самохідної дії;
- укладання замикального шару.

На стадії підготовчих робіт уточнюють матеріал існуючого аеродромного покриття, оцінюють зерновий склад ресайкльованого матеріалу та виконується вибір раціонального способу холодної регенерації асфальтобетонних покриттів методом холодного ресайклінгу.

Матеріал, перероблений ресайклером, повинен бути перевірений для визначення відповідності зразкам, що використовувалися для підбору складу суміші в лабораторії.

Для вибору раціонального способу холодного ресайклінгу асфальтобетонних покриттів використовується системний підхід, що включає в себе такі етапи:

- попередній вибір способу холодного ресайклінгу аеродромних покриттів;
- оптимізація підбору складу регенованого асфальтобетону;
- перевірка відповідності оптимально підбраного складу регенованого асфальтобетону традиційним аналогам;
- остаточний вибір способу холодного ресайклінгу асфальтобетонних покриттів.

На етапі попереднього вибору способу холодного ресайклінгу асфальтобетонних покриттів виконується оцінка стану та ступеня руйнування асфальтобетонного покриття, а також приймається рішення про вибір типу в'язучої речовини.

Особлива увага приділяється конструктивним особливостям існуючого асфальтобетонного покриття, характеру зміни товщини шарів за площею ділянки, яка підлягає холодному ресайклінгу. Даний аналіз потрібен для визначення товщини регенованого шару. Після цього визначаються характеристики регенованого матеріалу покриття. Для досягнення цієї мети виконується ряд лабораторних випробувань. Перед випробуванням здійснюють пробне фрезерування (на довжину 5–10 м) відновленої ділянки покриття на задану глибину. Стартовий відрізок роботи ресайклеру дозволяє машиністам, спостерігачам і менеджерам проєкспериментувати та перевірити технологічний процес.

Під час пробного фрезерування отримують подрібнений асфальтовий гранулят, який випробовують в лабораторії. Потім визначають такі характеристики:

- вологість регенованого матеріалу;
- гранулометричний склад відновленого матеріалу;
- кількість в'язучої речовини.

На підставі аналізу вибирають вид в'язучої речовини, яка використовується під час здійснення холодного ресайклінгу.

Оптимізація підбору складу регенованого асфальтобетону включає в себе:

- визначення характеристик регенованого асфальтобетону, виготовленого із сумішей різних складів;
- розрахунок параметрів, які характеризують структуру регенованого асфальтобетону різних складів;
- розрахунок критерію оптимальності при підборі складу;
- вибір оптимального складу.

Перевірка відповідності оптимально підбраного складу регенованого асфальтобетону традиційним аналогам включає визначення фізико-механічних властивостей регенованого асфальтобетону оптимально підбраного складу та їх відповідності нормативним вимогам. При цьому нормуються:

- границя міцності на стиск R_{50} за температури 50 °С;
- водостійкість (K_B);
- водостійкість при тривалому водонасиченні ($K_{ВД}$);
- водонасичення (W), за об'ємом.

При виявленні неможливості оптимального підбору складу регенованого асфальтобетону чи невідповідності фізико-механічних властивостей підбраного складу регенованого асфальтобетону традиційним аналогам, необхідно використовувати інший тип регенованого в'язучого на початковому етапі.

Після отримання позитивних результатів на попередніх етапах здійснюється остаточний вибір способу холодного ресайклінгу.

Роботи основного циклу – це безпосередній холодний ресайклінг асфальтобетонного аеродромного покриття (на місці чи на заводі).

Основним робочим органом холодних ресайклерів є фрезерно-змішувальний барабан з великою кількістю спеціальних різців (рис. 13.8). Фрезерний барабан рухається проти напрямку руху машини та руйнує і подрібнює матеріал старого дорожнього одягу.

У камеру змішування фрезерного барабана додається вода, яка подається із автоцистерни по гнучкому шлангу. Рідкі в'язучі речовини (цементно-водна суспензія та бітумна емульсія) подаються в камеру змішування із цистерни по гнучкому шлангу. Порошкоподібні в'язучі речовини перед виконанням холодного ресайклінгу, наносяться на поверхню існуючого аеродромного покриття. Кількість води та рідких в'язучих речовин точно дозується насосом з мікропроцесорним управлінням.

Після здійснення холодного ресайклінгу матеріал повинен бути спрофільований автогрейдером та ущільнений до необхідного стану.

Обсяг роботи автогрейдера, що потрібен для фрезерування, залежить від виду і товщини верхнього шару. Однією із найвідповідальніших та найважливіших технологічних операцій під час виконання холодного ресайклінгу є ущільнення. Якщо асфальтобетон недостатньо ущільнений, то він буде ущільнюватися під впливом повітряних суден, що з часом

приведе до утворення колій. Ресайклірований матеріал необхідно ущільнювати до коефіцієнта ущільнення не менше ніж 0,97.



Рис. 13.8. Фрезерно-змішувальний барабан

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Які фактори зумовлюють широке застосування асфальтобетону при капітальному ремонті нежорстких аеродромних покриттів?
2. Які види деформацій виникають на асфальтобетонному аеродромному покритті?
3. Якими способами здійснюється капітальний ремонт асфальтобетонних аеродромних покриттів?
4. Що таке регенерація асфальтобетонних аеродромних покриттів?
5. Які технологічні операції включає в себе гарячий ресайклінг асфальтобетонних аеродромних покриттів?
6. Чому технологія гарячого фрезерування асфальтобетонних аеродромних покриттів не знайшла широкого застосування при виконанні ремонтно-відновлювальних робіт на аеродромах?
7. Що таке холодний ресайклінг асфальтобетонних аеродромних покриттів?
8. Які види робіт включає в себе холодний ресайклінг асфальтобетонних аеродромних покриттів?

Розділ 14

КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ ВОДОВІДВІДНИХ ТА ДРЕНАЖНИХ СИСТЕМ, МЕТАЛЕВИХ ТА ПЕРЕХІДНИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

14.1. Капітальний ремонт водовідвідних та дренажних систем на аеродромі

До найбільш характерних руйнувань водовідвідних та дренажних систем на аеродромі належать:

- просідання ґрунту по трасі колектора водовідвідної та дренажної системи аеродрому;
- руйнування стінок та дна закритих лотків;
- тріщини, руйнування та просідання покриттів дощеприймальних, оглядових та тальвежних колодязів;
- руйнування труб колекторів водовідвідної та дренажної системи аеродрому;
- руйнування стінок та кришок дощеприймальних, оглядових та тальвежних колодязів (рис. 14.1).



Рис. 14.1. Дефекти кришки дощеприймального колодязя на аеродромі

Технологія виконання робіт при капітальному ремонті водовідвідної та дренажної системи складається з таких видів робіт:

- ремонт і відновлення дощеприймальних та тальвежних колодязів;
- ремонт та відновлення закритих водовідвідних лотків, відкритих ґрунтових лотків та нагірних каналів;
- перевлаштування елементів водовідвідної системи при ремонті із заміною конструкцій на більш міцні;
- заміна непридатних до експлуатації труб колектора, перепусків та дрен;
- відновлення та укріплення вимощень.

Трещини в стінках і днищах колодязів і лотків повинні бути ретельно усунені з використанням цементного розчину. Пошкодження колодязів та закритих лотків ліквідовують шляхом зрізання виступаючої частини чи нарощування місць, що просіли, цементним розчином, бетонною сумішшю чи цеглою.

Просідання покриттів, що утворюються навколо дощоприймальних колодязів, ліквідовуються шляхом ремонту покриттів та їх основ із заливкою бітумом чи мастиками проміжків між стінками колодязів і плитами. Відремонтована поверхня покриттів повинна забезпечувати вільне потрапляння води в дощоприймальні колодязі.

Просідання труб ліквідовують шляхом підсипки ґрунту в місці просадки труби. Труба повинна опиратись на основу по всій довжині без провисань. Якщо труба лежить на бетонній чи залізобетонній основі, то усунення просідань таких труб виконується за допомогою розливання цементного розчину.

При заміні несправних труб відкопують колектор, видаляють пошкоджені труби, ремонтують основи під трубами та заробляють стики. При укладанні нових труб особливу увагу звертають на точність з'єднання їхніх стиків та збереження проектного ухилу на ділянці колектора, що ремонтується. Заробляння стиків між трубами колектора виконують за допомогою цементного розчину.

Стики гладких азбестоцементних труб з'єднуються за допомогою муфт з гумовими кільцями.

Перевірка стану труб виконується за допомогою дзеркала та ліхтаря. Дзеркало та ліхтар влаштовують в сусідніх оглядових колодязях. Світло ліхтаря направляється на дзеркало через трубу. За відображенням в дзеркалі можна судити про пошкодження чи забруднення труби.

14.2. Капітальний ремонт металевих збірно-розбірних аеродромних покриттів

Капітальний ремонт збірно-розбірних аеродромних покриттів включає в себе такі види робіт:

- заміна окремих деформованих та зруйнованих плит;
- ремонт ділянок основи;
- ремонт окремих плит без їхнього вилучення з покриття.

Плити, які мають обриви трьох суміжних гачків та прогин, що перевищує 5 см, повинні бути замінені новими.

Плити видаляються з покриття за допомогою лома. Виправлення деформованих плит можна здійснювати вручну чи на спеціальних правильних верстатах. Перед укладанням нової плити в покриття має проводитися ремонт основи (якщо в цьому є потреба).

Ремонт невеликих пошкоджень основ здійснюється шляхом підсипки ґрунту через отвори плити. Якщо основа пошкоджена на великій площі, то для її ремонту розбирають покриття. Гравійні, ґрунтові та щебеневі основи ремонтують з використанням суміші ґрунту з гравієм чи щебенем.

При ремонті ґрунтових, гравійних та щебених основ, оброблених органічними в'язучими речовинами, спочатку через отвори плит підсипають ремонтний матеріал, а потім через отвори заливають гарячий та розріджений бітум. Якщо немає можливості замінити плити, то дефектні місця на стиках перфорованих плит ремонтують шляхом накладання відрізків плит.

При ремонті плит без їхнього вилучення з покриття ліквідовують такі дефекти: вигини гачків та перемичок, підвищення торцевих плит.

14.3. Капітальний ремонт аеродромних покриттів перехідного типу

При виконанні капітального ремонту покриттів із ґрунтів, гравійно-піщаних та щебенево-піщаних сумішей, укріплених органічними в'язучими речовинами, ліквідовують колії, вибоїни та хвилі, а також відновлюють верхній зруйнований шар зносу при невеликому об'ємі руйнування.

Капітальний ремонт аеродромних покриттів перехідного типу виконують в такій технологічній послідовності:

- очищення покриття від пилу та бруду вітровими та тепловими машинами;
- розігрів ділянки, що підлягає капітальному ремонту;
- розпушення розігрітого матеріалу з додаванням необхідної кількості нового матеріалу;
- змішування старого матеріалу з новим, розрівнювання та ущільнення.

Для здійснення ущільнення застосовують вібраційні ручні котки, а також самохідні пневмокотки чи металеві котки.

Вирівнювання гравійних та щебених покриттів виконують автогрейдером.

При вирівнюванні гравійних та щебених покриттів з додаванням нового матеріалу спочатку очищують поверхню від бруду та зволожують. Потім покриття розпушують та профілюють автогрейдером. На сплановану поверхню завозять готову гравійну чи щебеневу суміш оптимального складу з подальшим рівномірним її розподілом по покриттю на всю його ширину. Потім виконують ущільнення покриття котками.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Які ви знаєте найбільш характерні руйнування водовідвідних та дренажних систем на аеродромі?
2. Назвіть види робіт, які виконуються при капітальному ремонті водовідвідної та дренажної системи на аеродромі?
3. Які види робіт включає в себе капітальний ремонт збірно-розбірних аеродромних покриттів?
4. Яким чином здійснюється ремонт основ під металеві збірно-розбірні аеродромні покриття?
5. У якій технологічній послідовності здійснюється капітальний ремонт аеродромних покриттів перехідного типу?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Международные стандарты и рекомендуемая практика. Аэродромы. Приложение 14 к конвенции о международной гражданской авиации. Том 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов. ИКАО.* – Монреаль, 2009. – 360 с.
2. *Золотоперий В. М.* Генеральный план аэропорту. Методичні рекомендації до курсового проектування для студентів спеціальності 8.092105 «Автомобільні дороги та аэродромы», спеціалізації 8.092105.02 «Будівництво та експлуатація аэродромів» / В. М. Золотоперий. – К. : НАУ, 2004. – 92 с.
3. *СНиП 2.05.08 – 85.* Аэродромы // Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 59 с.
4. *Плиш І. М.* Вертикальне планування аэродрому: методичні вказівки для курсового проектування / І. М. Плиш, С. Ю. Тімкіна. – К. : НАУ, 2003. – 20 с.
5. *Белинский И. А.* Особенности строительства и эксплуатации аэропортов в условиях зарубежных стран: учеб. пособие / И.А.Белинский, А.И.Билеуш, И.М. Плиш. – К. : КИИГА, 1993. – 175 с.
6. *Луценко О. К.* Військові аэродромы. Металеві аэродромні покриття / О. К. Луценко, В. М. Першаков, Б. О. Плужніков, І. В. Чекед. – К. : НАУ, 2004. – 58 с.
7. *Цыхановский В. К.* Расчет тонких плит на упругом основании методом конечных элементов / В. К. Цыхановский, С. М. Козловец, А. С. Коряк. – К. : Сталь, 2008. – 234 с.
8. *Кульчицкий В. А.* Аэродромные покрытия. Современный взгляд / В. А. Кульчицкий, В. А. Макагонов, Н. Б. Васильев, А. Н. Чеков, Н. И. Романков. – М. : Физико-математическая литература, 2002. – 528 с.
9. *Кульчицкий В. А.* Оценка технического состояния искусственных аэродромных покрытий // Аэропорты. Прогрессивные технологии. – 1999. – М. : – С. 12–16.

10. *ДСТУ Б В.2.7–319:2016* Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань // ДП «УкрНДНЦ». – К. : 2016. – 75 с.

11. *Глушков Г. И.* Жесткие покрытия аэродромов и автомобильных дорог / Г. И. Глушков, В. Ф. Бабков, В. Е. Тригони. – М. : Транспорт, 1994. – 349 с.

12. *Глушков Г. И.* Изыскания и проектирование аэродромов / Г. И. Глушков, В. Ф. Бабков, В. Е. Тригони. – М. : Транспорт, 1981 – 463 с.

13. *Лешицкая Т. П.* Современные методы ремонта аэродромных покрытий / Т. П. Лешицкая, В. А. Попов. – М. : МАДИ (ТУ), 1999. – 132 с.

14. *Державна* цільова програма розвитку аеропортів на період до 2023 року. – Постанова КМУ № 126 від 24.02.2016. – К. : Державіаслужба. – 39 с.

15. *Степура В. С.* Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів: навч. посібник / В. С. Степура, А. О. Белятинський, Н. В. Кужель. – К. : НАУ, 2013. – 204 с.

16. *ДСТУ Б В.2.7–127:2015.* Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. – К. : Мінрегіон України, 2015. – 26 с.

17. *Белятинський А. О.* Фізико-хімічна механіка дорожньо-будівельних матеріалів: навч. посібник / А. О. Белятинський, К. В. Краюшкіна. – К. : НАУ, 2016. – 244 с.

18. *Панасюк Я. І.* Удосконалення технології укріплення ґрунтів цементом для будівництва автомобільних доріг: дис. канд. техн. наук : 05.22.11 / Я. І. Панасюк. – Харків, 2013. – 209 с.

19. *Повітряний кодекс України.* В кн.: Відомості Верховної Ради України, № 25. – К. : Преса України, 1993. – С. 623–650.

20. *Білятинський О. А.* Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг: навч. посібник / О. А. Білятинський, В. П. Старовойда. – К. : Вища освіта, 2003. – 343 с.

21. *Горецкий Л. И.* Строительство аэродромов: учебник для вузов / Л. И. Горецкий, В. И. Барздо, С. М. Полосин-Никитин. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1980, 454 с.

22. *Демин Б.И.* Строительство аэродромов: справочник / под ред. Б. И. Демина. – М. : Транспорт, 1980. – 248 с.

23. *Наставление* по аэродромной службе в гражданской авиации: СССР (НАС ГА-80). – М. : Воздуш. трансп., 1981. – 311 с.

Навчальне видання

КУЗЛО Микола Трохимович
БСЛЯТИНСЬКИЙ Андрій Олександрович
ТІМКІНА Світлана Юріївна
ДУБИК Олександр Миколайович

**ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ
АЕРОДРОМІВ**

Навчальний посібник

В авторській редакції

Технічний редактор *А. І. Лавринович*
Коректор *Л. М. Романова*
Комп'ютерна верстка *В. В. Мішкур*

Підп. до друку 15.11.2019. Формат 60x84/16. Папір офс.
Офс. друк. Ум. друк. арк. 10,46. Обл.-вид. арк. 11,25.
Тираж 50 пр. Замовлення № 184-1.

Видавець і виготівник
Національний авіаційний університет
03680. Київ – 58, проспект Космонавта Комарова, 1

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002